

# 地域脱炭素発展戦略の政策提言

Ver. 1



2019 年 6 月

特定非営利活動法人 地球環境市民会議（CASA）

## 目次

### 報告要旨

#### 第1章 脱炭素発展戦略とカーボンバジェット

- 1 IPCC 第5次評価報告書における累積排出量と気温上昇
- 2 カーボンバジェットとパリ協定

#### 第2章 日本のCO<sub>2</sub>排出の特性

- 1 日本全体の排出割合と推移
- 2 海外と比較した日本の特徴
- 3 地域のCO<sub>2</sub>排出の特徴

#### 第3章 日本の2030年のCO<sub>2</sub>排出削減可能性

- 1 「CASA2030モデル」の概要
- 2 「CASA2030モデル」の試算結果
- 3 温暖化対策は新たな経済発展につながる

#### 第4章 地域カーボンバジェットの推計

- 1 地域カーボンバジェットの考え方
- 2 地域カーボンバジェットの算出法
- 3 地域カーボンバジェットの推計ー①岡山県
- 4 地域カーボンバジェットの推計ー②神奈川県小田原市

#### 第5章 拡張産業連関表の推計と分析

- 1 拡張産業連関表の推計
- 2 推計結果と分析

#### 第6章 地域脱炭素発展戦略の必要性

- 1 現行政策では脱炭素社会を展望できない
- 2 地域カーボンバジェットを設定して脱炭素社会の構築は可能

#### 補論 情報ツールを活用した脱炭素社会の環境意識啓発

- 1 本活動の目的
- 2 開発プロジェクトの概要
- 3 開発したパイロット版の概要
- 4 都道府県別CO<sub>2</sub>排出要因の構成比グラフ表示アプリの概要
- 5 CO<sub>2</sub>排出に関するeラーニング・アプリの概要

## 報告要旨

IPCC「第5次評価報告書（AR5）」の科学的知見を踏まえて、国際社会は「パリ協定」において、「産業革命以前に比べて2℃より十分低く保つとともに、1.5℃に抑える努力を追求すること」を目指し、今世紀後半に世界全体でCO<sub>2</sub>排出を実質ゼロにする脱炭素社会の構築に取り組むことが決められた。その後のIPCC特別報告書「1.5℃の地球温暖化」は、より持続可能で公平な世界を確保するためには、1.5℃の上昇に抑制することを求めている。カーボンバジェット（炭素予算）に関する研究によると、1.5℃の気温上昇へ抑制するためには、全世界の累積CO<sub>2</sub>排出量のバジェット（予算）は2018年から残り14～18年程度とみられており、早急に抜本的な温暖化対策へ取り組む必要がある。

しかしながら、日本のCO<sub>2</sub>排出削減は遅々として進んでいない。その主因は、石炭火力発電の急増（1990年比で3倍増加）と、再生可能エネルギー（再エネ）の普及と省エネ対策の遅れにある。だが、日本は決して「乾いた雑巾」ではなく、省エネも再エネも大幅に導入実施が可能である。CASAが独自に開発したシミュレーションモデル「CASA2030モデル」の試算結果によると、原発を再稼働させず直ちに全廃しても、日本全体の2030年のCO<sub>2</sub>排出量は1990年比で40%削減可能であり、マクロ経済にもほとんど悪影響がなく、むしろ雇用創出などのプラスの効果が大きい。

CASAは、「CASA2030モデル」の研究成果を踏まえながら、地域に焦点を当てたカーボンバジェットについて検討してきた。本報告書では、広域自治体の岡山県と中規模都市の神奈川県小田原市を事例として分析した。岡山県は、産業部門の排出割合の高い「工業型」であり、小田原市は中規模都市で小規模主体の排出で占められる「中間型」という特徴をもつ。残されているカーボンバジェットは、岡山県では2015年度CO<sub>2</sub>排出量の4～7年分（1.5℃上昇）、7～8年分（2℃上昇）、小田原市では同7～12年分（1.5℃上昇）、12～13年分（2℃上昇）しかなく、現状のままでは2℃目標を達成することさえも厳しい。しかしながら、岡山県と小田原市ともに、商業化された優良省エネ技術の普及と再エネ電力・熱の普及によって、2050年に1990年比で80～90%の削減が技術的に可能であるとの結果が得られた。そのためには相当な設備投資が不可欠となるが、産業連関分析によると、脱炭素社会への移行は域外へ流出している光熱費を大幅に削減し、省エネや再エネ普及事業が地域経済循環と雇用を生み出す経済効果が大きいことが明らかとなる。したがって、技術と経済の両面から「地域脱炭素発展戦略」を策定・実施することは十分に可能であることを示唆している。

脱炭素社会を構築するためには、エネルギー設備・機器類やインフラ、都市・地域構造、交通体系、産業構造などを大幅に更新していかなければならず、数十年単位の中長期で計画的に取り組んでいく必要がある。しかし一方で、数年単位の短期で、地域レベルでも取り組めることや、取り組むべきことが数多くある。地域カーボンバジェットの検討は、将来の私たちの暮らしや地域経済・社会をどのように変革していくべきか、どのように取り組むべきなのかを思考する手段でもある。この検討では、持続可能性やリスク回避、生活の質の向上、地域社会の活性化など様々な観点が必要であり、市民が脱炭素社会の道筋を未来志向で考えていく環境意識啓発も進めていかなければならない。

## 第1章 脱炭素発展戦略とカーボンバジェット

### 1 IPCC 第5次評価報告書における累積排出量と気温上昇

気候変動に関する研究をレビューしその成果を取りまとめている気候変動に関する政府間パネル（IPCC）は、2013年に第5次評価報告書（AR5）を公表した。そのうち自然科学的根拠を取りまとめている「第1作業部会報告書」において、二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）の累積排出量と地上気温が比例関係にあるとし、今後の気温上昇と累積排出量の関係についても見通しを示した。いわゆる「カーボンバジェット」の概念はここから発生しているため、まずこのAR5の関連する内容を、気象庁による邦訳に準拠して整理していく<sup>1</sup>。

同報告書においては、今後の気候変動の予測を、大気中の温室効果の強さを表す放射強制力の違いに対応した4つの代表的濃度経路（RCP）というシナリオを設定して、今後の気温上昇と海面上昇について予測を行っている（表1.1）。RCPの数値は、放射強制力の大きさ（単位：Wm<sup>-2</sup>）を表す。

表 1.1 1986～2005 年平均を基準とした、21 世紀中頃と 21 世紀末における、世界平均地上気温と世界平均海面水位上昇の変化予測

|                                    |        | 2046～2065年 |                          | 2081～2100年 |                          |
|------------------------------------|--------|------------|--------------------------|------------|--------------------------|
|                                    | シナリオ   | 平均         | 可能性が高い予測幅 <sup>(c)</sup> | 平均         | 可能性が高い予測幅 <sup>(c)</sup> |
| 世界平均<br>地上気温の変化(°C) <sup>(a)</sup> | RCP2.6 | 1.0        | 0.4～1.6                  | 1.0        | 0.3～1.7                  |
|                                    | RCP4.5 | 1.4        | 0.9～2.0                  | 1.8        | 1.1～2.6                  |
|                                    | RCP6.0 | 1.3        | 0.8～1.8                  | 2.2        | 1.4～3.1                  |
|                                    | RCP8.5 | 2.0        | 1.4～2.6                  | 3.7        | 2.6～4.8                  |
|                                    | シナリオ   | 平均         | 可能性が高い予測幅 <sup>(d)</sup> | 平均         | 可能性が高い予測幅 <sup>(d)</sup> |
| 世界平均<br>海面水位の上昇(m) <sup>(b)</sup>  | RCP2.6 | 0.24       | 0.17～0.32                | 0.40       | 0.26～0.55                |
|                                    | RCP4.5 | 0.26       | 0.19～0.33                | 0.47       | 0.32～0.63                |
|                                    | RCP6.0 | 0.25       | 0.18～0.32                | 0.48       | 0.33～0.63                |
|                                    | RCP8.5 | 0.30       | 0.22～0.38                | 0.63       | 0.45～0.82                |

（出典）IPCC (2013), p.25

すでに「1880 年から 2012 年の期間に 0.85 [0.65～1.06] °C 上昇している」（p.3）ことを踏まえると、気温上昇を工業化（産業革命）以前に比べて 2°C 以内に抑えるというカンクン合意（2010 年）の目標を達成するためには、RCP2.6 のシナリオを辿る必要がある。

また、気温上昇と CO<sub>2</sub> の累積排出量との関係については、「二酸化炭素の累積総排出量と世界平均地上気温の応答は、ほぼ比例関係にある」（p.25）とし、「人為的な二酸化炭素排出のみによる温暖化を、ある確率で 1861～1880 年の平均から 2°C 未満に抑えるには、同期間以降の全ての人為的発生源からの累積二酸化炭素排出量を以下の範囲に制限する必要があるだろう」（p.25）<sup>2</sup>として、1861 年以降の累積排出量の上限值を示しているが、さらに「これらの上限値は、二酸化炭素以外の強制力を RCP2.6 シナリオと同等として考慮に入れ」（p.25）た場合の累積排出量の上限值と、2011 年までにすでに排出された量を提示した（表

<sup>1</sup> 以下、本節における AR5 に関する記述と出典はすべて IPCC (2013)（気象庁訳）による。

<sup>2</sup> 現実には人為的な CO<sub>2</sub> 以外の要因も気温上昇に働くため、気温上昇を 2°C 未満に抑えるためには人為的な CO<sub>2</sub> 排出量をさらに減らす必要がある。

1.2)。これは、現実的に気温上昇を 2℃未満に抑えることを RCP2.6 と同等と捉え、今後排出可能な CO<sub>2</sub> の上限量を明示したと言える。

表 1.2 気温上昇 2℃未満を達成するための世界の CO<sub>2</sub> の累積排出量

| 確率   |                    | 累積 CO <sub>2</sub> 排出量 (Gt) | 2011 年までの排出量 (上限) | 2012 年以降の排出量 (上限) | 参考 2018 年以降の排出量 (上限) |
|------|--------------------|-----------------------------|-------------------|-------------------|----------------------|
| 33%超 | 炭素換算               | 0 ～ 900                     | 515               | 385               | 316                  |
|      | CO <sub>2</sub> 換算 | 0 ～ 3,300                   | 1,890             | 1,410             | 1,158                |
| 50%超 | 炭素換算               | 0 ～ 820                     | 515               | 305               | 237                  |
|      | CO <sub>2</sub> 換算 | 0 ～ 3,010                   | 1,890             | 1,120             | 868                  |
| 66%超 | 炭素換算               | 0 ～ 790                     | 515               | 275               | 207                  |
|      | CO <sub>2</sub> 換算 | 0 ～ 2,900                   | 1,890             | 1,010             | 758                  |

(出典) IPCC (2013), pp.25-26 より作成

表 1.2 より、高い確率で 2℃未満に抑えるためには、2012 年以降の累積 CO<sub>2</sub> 排出量をより少なくする必要がある。ちなみに、環境省では「50%超」の値を用いて資料を作成している（環境省・みずほ情報総研）。

この累積排出量と気温上昇の関係は、次のグラフで見ると分かりやすい（図 1.1）。RCP のそれぞれのシナリオ別に折れ線が描かれており、累積排出量が大きい（右へ行く）ほど気温が上昇する（上へ行く）ことを表し、各ラインに沿う値は西暦年を示す。RCP の各シナリオのラインはほぼ重なっているものの、どこまで伸びていくのかと、そのスピードの違いが表れている。

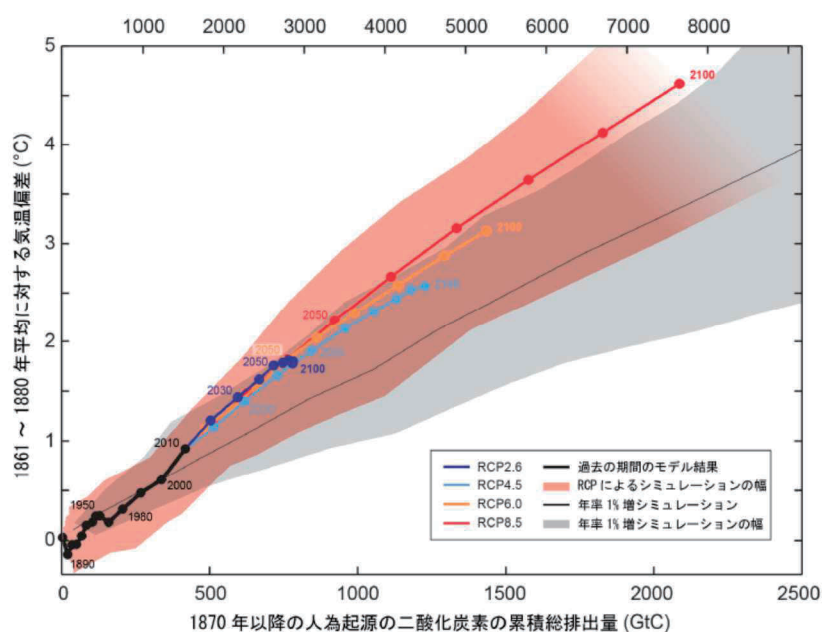


図 1.1 1870 年以降の世界の人為起源 CO<sub>2</sub> の累積総排出量 (Gt-CO<sub>2</sub>)

(出典) IPCC (2013), p.26

## 2 カーボンバジェットとパリ協定

AR5 の科学的知見を踏まえて、国際社会は「パリ協定」において、「産業革命以前に比べて 2℃より十分低く保つとともに、1.5℃に抑える努力を追求すること」を目指し、今世紀後半に世界全体で CO<sub>2</sub> 排出を実質ゼロにする脱炭素社会の構築に取り組むことが決められた。2018 年 10 月に、IPCC は特別報告書「1.5℃の地球温暖化」を発表し、国連気候変動枠組み条約第 24 回締約国会議（COP24、ポーランド）において脱炭素社会に向けた国際交渉へ大きな影響を与えた。

環境省と同じく「50%超」の確率に依拠した場合、2012 年以降に許容される CO<sub>2</sub> 排出量は 1,120Gt となるが（表 1.3）、それを増えない予算（バジェット）として捉え、将来にわたって少しずつ消費していかなければならない、あるいは消費しないような社会を構築すべきというのが「カーボンバジェット」の考え方である。仮に今後何らかの形で二酸化炭素回収貯留（CCS）が実用化されれば、CCS で固定化された分は累積排出量から相殺されたバジェットが増加することになるが、当面は増加することのない予算と捉えるべきであろう。

ちなみに、AR5 が取り上げている直近の年次は 2011 年であるが、それ以降の排出量も加味して 2018 年以降に換算すると、残りは約 21 年分である。環境省よりも厳しい「66%超」の確率に依拠すると、2018 年以降で残り約 18 年分と推測できる。

表 1.3 日本のカーボンバジェットの推計

| 確率   |                                                | 2012 年 | 2018 年 |
|------|------------------------------------------------|--------|--------|
| 50%超 | 以降の排出量（上限、Gt-CO <sub>2</sub> ）                 | 1,120  | 868    |
|      | 年間 CO <sub>2</sub> 排出量（実績、Gt-CO <sub>2</sub> ） |        | 約 42   |
|      | 残り（年分）                                         |        | 21     |
| 66%超 | 以降の排出量（上限、Gt-CO <sub>2</sub> ）                 | 1,010  | 758    |
|      | 年間 CO <sub>2</sub> 排出量（実績、Gt-CO <sub>2</sub> ） |        | 約 42   |
|      | 残り（年分）                                         |        | 18     |

（注）CO<sub>2</sub> 排出量の数値は、IPCC（2018）「1.5 度特別報告書」

また、IPCC は 2℃の気温上昇と 1.5℃の気温上昇にはその影響に「ロバスト」な違いがあるとし、2018 年に「1.5℃の地球温暖化」特別報告書を公表した。それによると、産業革命前からの気温上昇を 1.5℃に留めるためには、世界の 2018 年から正味排出ゼロにするまでの期間の残余カーボンバジェット、つまり 2018 年以降排出が正味ゼロになるまでの CO<sub>2</sub> 排出量について、産業革命前からの気温上昇を 1.5℃以下に留める確率 66%の時には 420～570Gt-CO<sub>2</sub>、確率 50%で 580～770Gt-CO<sub>2</sub>と報告された（IPCC, 2018）。現在の CO<sub>2</sub> 排出量と比較して、前者は約 10～14 年分、後者は約 14～18 年分である。

これを用いて、日本および地域のカーボンバジェットを試算することができる（近江ら、2018；近江ら、2019）。日本のカーボンバジェットを人口比で配分すると、1.5℃未満抑制の場合、達成確率 66%で 71～96 億 t-CO<sub>2</sub>、達成確率 50%で 98～130 億 t-CO<sub>2</sub>であり、これは現在の CO<sub>2</sub> 排出量と比較して、前者は約 6～8 年分、後者は 8～11 年分である。また 2℃未満抑制の場合、達成確率 66%で 128 億 t-CO<sub>2</sub>、50%で 147 億 t-CO<sub>2</sub>であり、これは現在

の CO<sub>2</sub> 排出量と比較して 11～12 年分である。

これを満たす排出削減経路の例を図 1.2 に示す。CO<sub>2</sub> 排出量は、2030 年までに現状より少なくとも 6 割削減しなければならず、早急な削減対策を実施しなければならない。

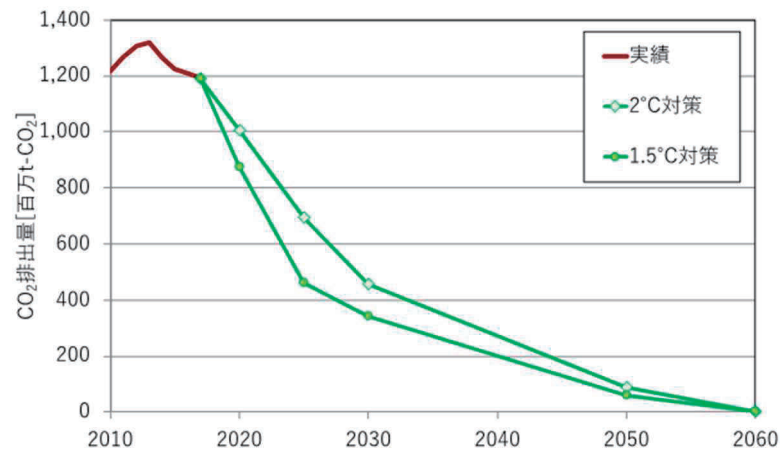


図 1.2 1.5°C・2°Cのカーボンバジェットを満たす日本の CO<sub>2</sub> 排出削減経路

#### 参考文献

IPCC (2013) 「気候変動 2013 自然科学的根拠 政策決定者向け要約」(気象庁訳)

IPCC (2018), Summary for Policymakers of IPCC Special Report on Global Warming of 1.5°C approved by governments

近江貴治・上園昌武・歌川学 (2018) 「地域カーボンバジェットの算出～手法開発と課題・展望」  
日本環境学会第 44 回研究発表会予稿集、pp.116-117

近江貴治・歌川学・上園昌武・氏川恵次・塩飽敏史 (2019) 「IPCC 1.5°C 特別報告書に基づく地域カーボンバジェットの算出と考察」日本環境学会第 45 回研究発表会予稿集、pp.14-15

環境省・みずほ情報総研「SBT（企業版 2°C目標）について」

[https://www.env.go.jp/earth/ondanka/supply\\_chain/gvc/files/SBT\\_About\\_Company\\_Edition\\_v01.pdf#search=%27%E7%92%B0%E5%A2%83%E7%9C%81+SBT%27](https://www.env.go.jp/earth/ondanka/supply_chain/gvc/files/SBT_About_Company_Edition_v01.pdf#search=%27%E7%92%B0%E5%A2%83%E7%9C%81+SBT%27) (2018 年 10 月 07 日閲覧)

## 第2章 日本のCO<sub>2</sub>排出の特性

### 1 日本全体の排出割合と推移

#### (1) 温室効果ガスとCO<sub>2</sub>排出量の割合

日本の2017年度の温室効果ガス（GHG）排出量は12億9,200万トン、そのうちCO<sub>2</sub>は11億9,000万トンである。温室効果ガス排出の内訳は、エネルギー起源CO<sub>2</sub>が86%、非エネルギー起源CO<sub>2</sub>（工業プロセス、廃棄物）が6%、メタン・一酸化二窒素・フロン類（HFC、PFC、SF<sub>6</sub>、NF<sub>3</sub>）が約8%を占める（国立環境研究所、2019）。

CO<sub>2</sub>の部門別排出割合は、発電時のCO<sub>2</sub>排出をそのまま発電所の排出とすると（「直接排出」、IPCC・国連・条約の計算方法）、発電所などのエネルギー転換部門が41%（うち発電所36%）、産業部門（工場等）25%、業務（オフィス等）・家庭・運輸の各部門と非エネルギーをあわせると34%を占める（図2.1a）。NGOの分析では2015年度で130の発電所・製鉄所・素材工場が日本の温室効果ガス排出量の50%を占める（気候ネットワーク、2018）。

日本の政府統計の多くは発電所のCO<sub>2</sub>排出量（CO<sub>2</sub>排出量全体の36%を占める）を電力消費量に応じて各部門に割り振っている（「間接排出」という）。そのため、エネルギー転換部門は8%と小さくなり（製油所などの排出量と発電所の自家消費分）、産業35%、運輸18%、業務17%、家庭が16%となる（残りは非エネルギー）（図2.1b）。

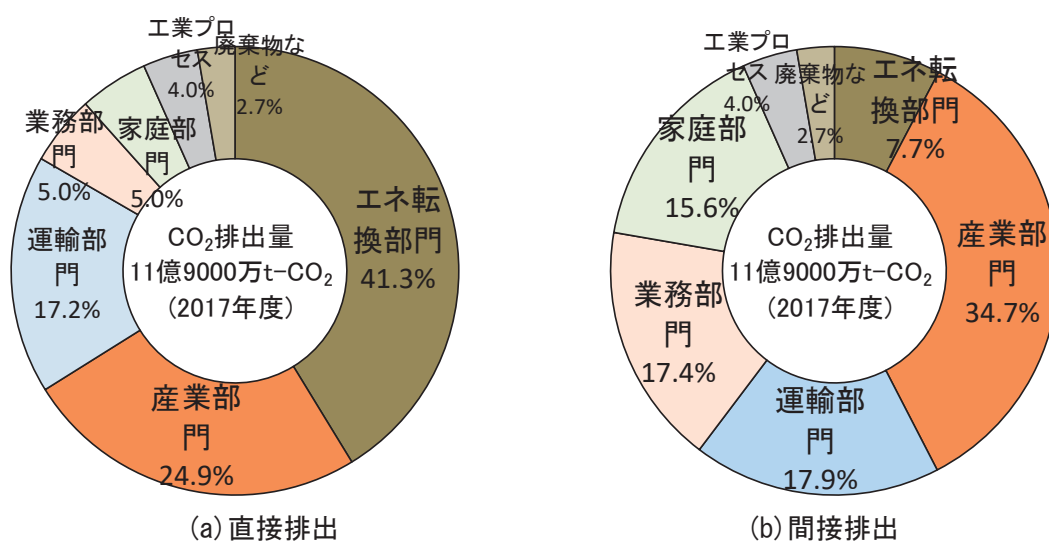


図2.1 日本のCO<sub>2</sub>排出割合(2017年度)

#### (2) 温室効果ガスとCO<sub>2</sub>排出量の推移

日本の温室効果ガス排出量は1990～2007年度の18年間で約10%増加した。2011年3月の福島第一原発事故の影響で火力発電の発電量が増加して排出量は増加したが、その後の節電対策や再生可能エネルギー（再エネ）普及が進展したために2013年度（1990年度比11%増）をピークに減少し、2017年度には1990年度比2%増まで下がった。

CO<sub>2</sub>排出量は2013年度に1990年度比13%増加したが、2017年度には1990年度比2%増まで下がった。1990～2017年度の間に火力発電（とくに石炭火力）からのCO<sub>2</sub>排出量（直

接排出)は40%増加したが<sup>3</sup>、火力発電以外の総排出量は15%減少した(産業22%減、業務27%減、家庭と運輸2%増)。それに対して、「間接排出」でCO<sub>2</sub>排出量をみると、同じく1990～2017年度の間、産業18%減、業務58%増、家庭44%増、運輸3%増となる(国立環境研究所、2019)。

このように日本で用いられている「間接排出」統計では、石炭火力増加によるCO<sub>2</sub>増加という問題が見えなくなり、再エネへのエネルギーシフトの必然性を弱めてしまう。したがって、CO<sub>2</sub>排出量の統計は、「間接排出」ではなく、世界標準の「直接排出」を用いるべきであることを指摘しておく。

### (3) エネルギー需給の推移

一次エネルギー供給量、最終エネルギー消費量、電力消費量は1990年度以降それぞれ増加してきたが、2008年のリーマンショックにより一時的に減少し、再び増加に転じた(図2.2)。そして、福島第一原発事故を契機に、節電と省エネ対策が進展した結果、2017年度の一次エネルギー供給と最終エネルギー消費は2010年度比で9%減、電力消費量は7%減少した。2017年度の一次エネルギー供給は1990年度比で2%増まで下がり、最終エネルギー消費は1990年度比で1%減になった(資源エネルギー庁、2019)。

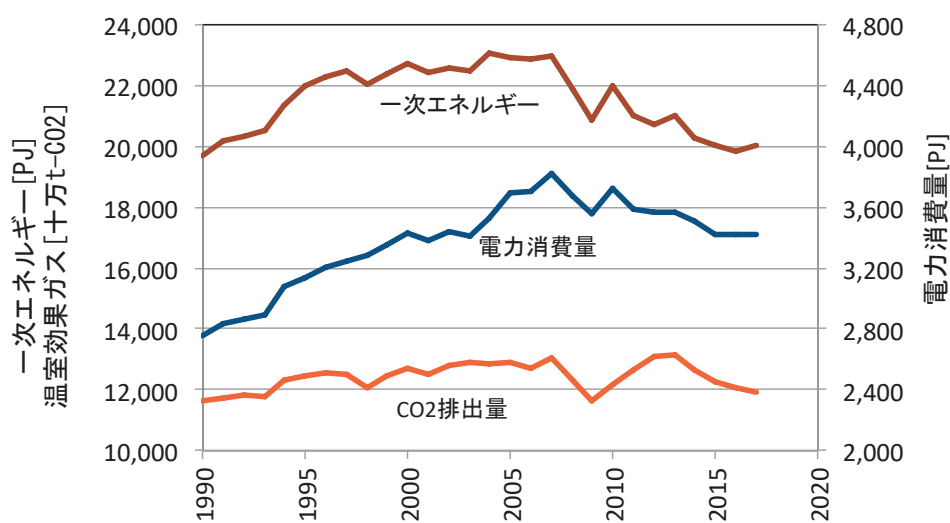


図 2.2 日本の一次エネルギー供給量・電力消費量・CO<sub>2</sub>排出量の推移

日本は省エネ先進国と呼ばれることがあるが、エネルギー原単位<sup>4</sup>(効率を表す)をみると、産業、業務、家庭、運輸貨物の各部門で2010年まで改善が停滞してきた。日本全体のエネルギー原単位は、2010年ではほぼ1990年と同水準だったが、2010年以降に改善が進展した。その要因として、家庭での省エネ型電化製品が普及したことが大きく、2016年に1990

<sup>3</sup> 電力消費量は2017年度に1990年度比24%増でCO<sub>2</sub>総量増加率よりかなり小さい。2011年以降の原発停止の影響もあるが、これは省エネ(2010年度比で2017年度までに9%減)と再生可能エネルギー普及(2010年度から5%増)で2013年度以降改善に向かっている。CO<sub>2</sub>排出増加の背景に火力の燃料構成変化があり、発電量当たり温室効果ガス排出量が最大の石炭火力発電所の排出量が1990年度比約3倍に増加したことが挙げられる。

<sup>4</sup> 生産量比、床面積比、世帯数比、輸送量比エネルギー消費量。

年比で 16%改善した。それに対して、運輸旅客の原単位は 1990 年代に大幅に悪化し、その後低燃費車の普及で改善したが、2016 年でも 1990 年比で 1 割悪化している（日本エネルギー学会、2018a）。

#### （4）再生可能エネルギーの推移

一次エネルギー供給に占める再エネの割合は、2010 年度 5%から 2017 年度に 9%へと増加した<sup>5</sup>。電力供給に占める再エネの割合は 2012 年の再エネ電力固定価格買取制度（FIT）導入後に増加し、2010 年度 10%から 2017 年度に 16%へと増加した（資源エネルギー庁、2019）。

それに対して、再エネ熱利用は縮小が続いている。太陽熱利用は 1990 年度以降に 5 分の 1 に減少し（日本エネルギー経済研究所、2019）、産業・業務・家庭の熱利用に占める割合は 2010 年度の 0.4%から 2017 年度には 0.2%へと減少した（資源エネルギー庁、2019）。

## 2 海外と比較した日本の特徴

2016 年の日本の CO<sub>2</sub>排出量は世界全体の 3.5%を占め、世界第 5 位の排出大国である（IEA, 2018a）。日本の人口当たり CO<sub>2</sub>排出量は 2016 年に 9.0 トン/人であり、世界平均 4.35 トン/人の約 2 倍、OECD 平均 9.0 トン/人とほぼ同じ、EU6.24 トン/人や中国 6.57 トン/人の約 1.4 倍である。

部門別にみると、日本は他の先進国より産業部門<sup>6</sup>の割合が高く（OECD 平均 11%に対し日本は 17%）、家庭部門の割合が低い（OECD 平均 7%に対し日本は 5%）。また CO<sub>2</sub>排出量に占める石炭の割合は、OECD 平均 3 割に対し、日本は約 4 割と高い。

再エネ電力が電力供給全体に占める割合をみると、世界平均が 2015 年に 23%、OECD が 2016 年に 24%、欧州 OECD が 33%、日本が 16%である<sup>7</sup>。再エネが一次エネルギー供給に占める割合をみると、世界平均が 2015 年に 13%、OECD が 2016 年に 10%、欧州 OECD が 14%、日本が 5%である<sup>8</sup>（IEA, 2018b）。日本の再エネの特徴は、大規模水力発電が多いために再エネ電力の割合が高くなるが、再エネ熱供給が少ないために一次エネルギーに占める割合がかなり少ない。

## 3 地域の CO<sub>2</sub> 排出の特徴

都道府県別の CO<sub>2</sub>排出量は地域差が大きい。以下では、公的資料にそろえるため、発電所の CO<sub>2</sub>排出量を各部門に割り振った「間接排出」統計で示す。

岡山県の人口当たり CO<sub>2</sub>排出量は全国平均の約 2.5 倍と高い（4 章図 4.1 参照）（岡山県、2018a・2018b）。産業部門の人口比排出量が全国平均の 5 倍と高いが、業務・家庭・運輸の人口比排出量は全国平均と大差ない。東京都の人口あたり CO<sub>2</sub>排出量は全国平均の約半分である（東京都、2018a・2018b）。産業部門の人口比排出量が小さく、業務・家庭・運輸

<sup>5</sup> 日本の総合エネルギー統計による。IEA 国際エネルギー機関の統計では 2016 年で 4.8%。

<sup>6</sup> 製造業・建設業で自家発・蒸気も除く。

<sup>7</sup> IEA 国際エネルギー機関の統計で比較。

<sup>8</sup> IEA 国際エネルギー機関の統計で比較。電気のエネルギー換算が IEA 統計と日本の経済産業省の統計で大きく異なる。

の人口比排出量は全国平均と大差ない。

都道府県の CO<sub>2</sub> 排出構成にも大きな違いがある。エネルギー転換・産業・工業プロセスの割合が、大分県では 8 割以上、山口県、広島県、岡山県では 7 割以上、和歌山県、茨城県、兵庫県は 6 割以上である。大分県では、業務・家庭・運輸はあわせて 2 割に満たない（図 2.3）。

これらの県で産業の CO<sub>2</sub> 排出割合が大きくなる理由は、県内に巨大な排出量の事業所、具体的には素材製造業（鉄鋼業、化学工業、窯業土石製品製造業（セメント製造業など）、製紙業）と石油精製業の事業所が立地しているためである（環境省・経済産業省、2018）<sup>9</sup>。こうした巨大排出源の有無によって地域の排出構成が大きく変わる。

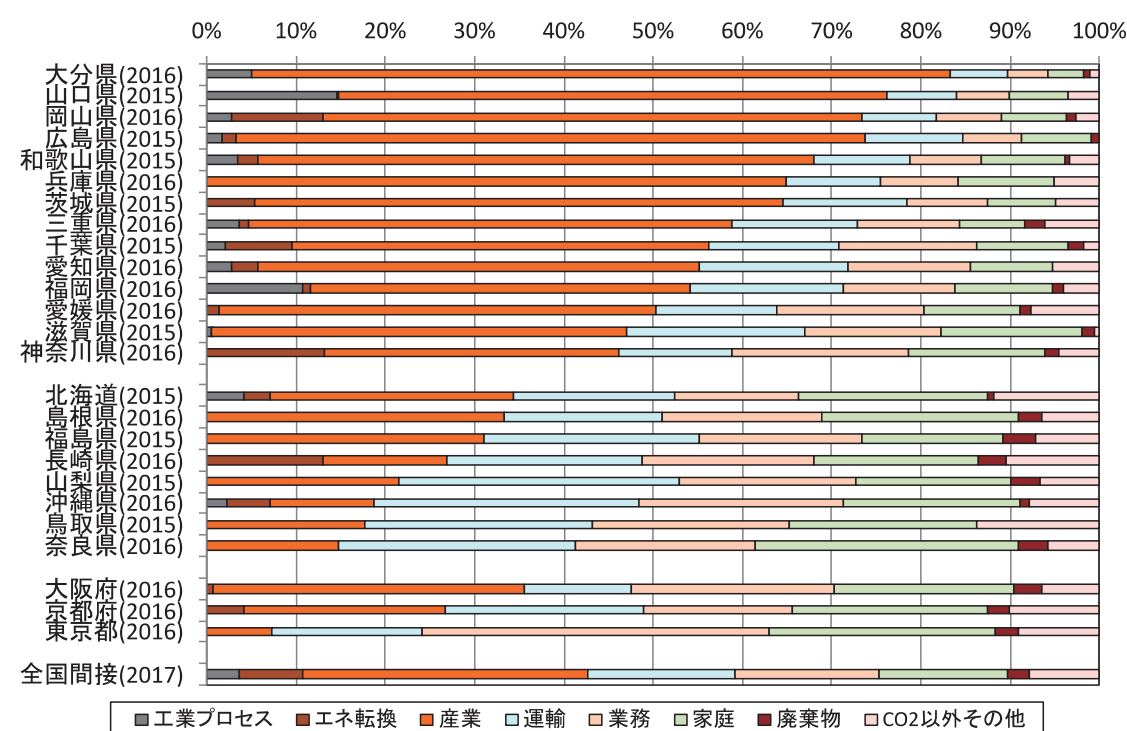


図 2.3 都道府県別の温室効果ガス排出構成

排出割合に注目すると、産業の排出割合が大きい自治体<sup>10</sup>を「工業型」、産業部門割合の小さい自治体を「非工業型」、産業部門の排出量が全国平均程度の自治体を「中間型」と分類できる。こうした排出の特徴や構造に応じた分類により、地域の削減計画、対策の重点を定める必要がある。

<sup>9</sup> 大分県では新日鐵住金大分製鐵所（高炉製鐵業）だけで県全体の排出量の約 40%、広島県は JFE スチール西日本製鐵所福山地区と日新製鋼呉製鐵所（高炉製鐵業）で県全体の約 50%、岡山県は JFE スチール西日本製鐵所倉敷地区（高炉製鐵業）で県全体の約 40%を占める。山口県ではトクヤマ徳山製造所と東ソー南陽事業所（ソーダ工業）で県全体の約 25%を占める。

<sup>10</sup> 産業部門排出割合が 50%以上の県は、大分県、山口県、岡山県、広島県、和歌山県、兵庫県、茨城県、三重県、千葉県、愛知県、福岡県、愛媛県などである。

## 参考文献

IEA (2018a), CO<sub>2</sub> emissions from fuel combustion 2018

IEA (2018b), World energy balances 2018

岡山県 (2018a)「岡山県内の温室効果ガス排出量の状況について（平成 26 年度・平成 27 年度(速報値)」

岡山県 (2018b)「岡山県人口統計」

環境省・経済産業省 (2018)「温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度開示データ」

気候ネットワーク (2018)「日本の大口排出源の温室効果ガス排出の実態 温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度による 2015 年度データ分析」

国立環境研究所 (2019)「日本の温室効果ガス排出量データ (1990～2017 年度)」

資源エネルギー庁 (2019)「総合エネルギー統計」

東京都 (2018a)「都内の最終エネルギー消費及び温室効果ガス排出量 (2016 年度速報値)」

東京都 (2018b)「東京都人口統計」

日本エネルギー学会 (2018)「平成 29 年における重要なエネルギー関連事項、環境保全技術の開発動向・温室効果ガス」『日本エネルギー学会誌』97 (5)、p.581

日本エネルギー経済研究所 (2019)『エネルギー経済統計要覧 2019』

### 第3章 日本の2030年のCO<sub>2</sub>排出削減可能性

#### 1 「CASA2030 モデル」の概要

CASA は、2030 年までの日本の CO<sub>2</sub> 排出量（エネルギー起源）を推計するために、ボトムアップモデル（省エネ対策と再エネ普及などの技術対策シナリオ）とマクロ経済モデルを統合させた「CASA2030 モデル」を開発した（図 3.1）。シミュレーションモデルの構造や特徴については、CASA（2011）を参照(参考文献参照)されたい。このシミュレーションモデルは、「2030 年までに CO<sub>2</sub> 排出量をどの程度削減可能なのか」「温暖化対策によって経済がどの程度影響を受けるのか」という問いに対して定量的に将来像を示すことができる。

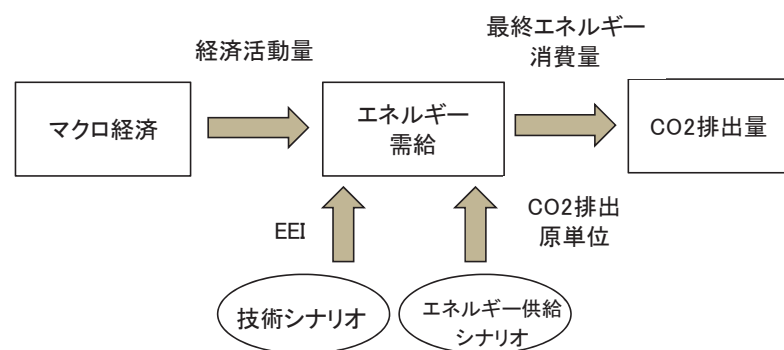


図 3.1 「CASA 2030 モデル」の概念図

注) エネルギー供給シナリオでは、原発、再エネ、水力の発電量がシナリオで描かれているが、石油、石炭、ガスはマクロ経済モデルで試算されている

「CASA2030 モデル」は、a) 「現状推移（BaU）ケース」、b) ①「CASA 対策原発ゼロケース」、b) ②「CASA 対策 2030 全廃ケース」の3つのケースで2030年のCO<sub>2</sub>排出量を試算した。試算において、次の4つについて想定を置いた。

- a) 現状推移ケース（BaU：Business as Usual）：追加対策を盛り込まないシナリオ
- b) CASA 対策ケース（効率改善＋再エネ増）：省エネ対策を進めながら、再エネの普及を進めるシナリオ。原発の想定は次の2つ。
  - ① 原発ゼロ：原発を全く稼働させないシナリオ
  - ② 2030 全廃：2030 年度末に全ての原発を停止・廃止するシナリオ

#### (1) 原発の稼働と廃止

BaU ケースでは、稼働後40年で廃炉（福島第一・第二原発および稼働後40年を経過した原子炉は即時に廃炉とし、稼働後40年を経過した原子炉は順次廃炉とした。建設中の大間原発と島根原発3号機は政府計画通りに新規稼働とした。設備利用率は70%）とした。CASA 対策ケースでは、①原発ゼロ、②2030年度末に全廃（廃炉時期を稼働後40年と設定。2030年度の原発発電量は689億kWh）とした。

3つのケースの原発による発電量は、図3.2に示す。「CASA 対策 2030 全廃ケース」は、2025年度より設備利用率を下げていき、2030年度の設備利用率は35%と設定した。

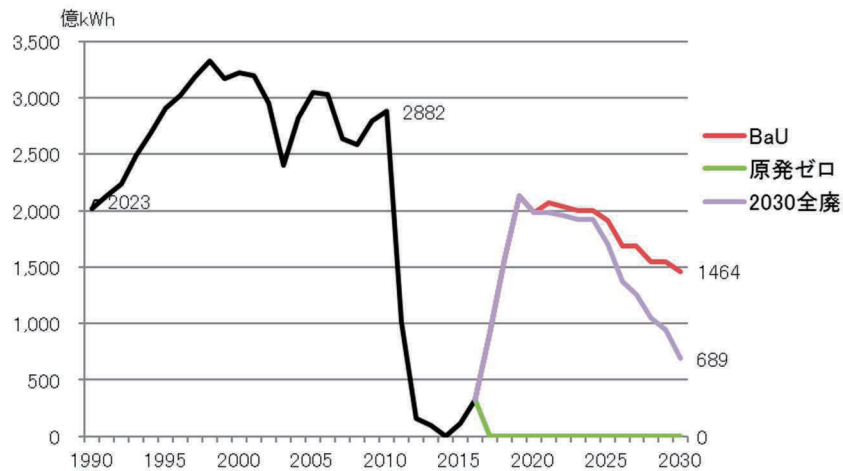


図 3.2 原子力発電による発電量の推移

## (2) 火力・水力発電の発電量

石炭・石油・ガス火力の発電量は、原発と再エネ発電、水力発電の発電量が差し引かれた合計であり、マクロ経済モデルで燃料価格に応じてそれぞれの火力発電量が計算される。水力発電は 2030 年度の発電量を 874 億 kWh (2017 年度実績で 879 億 kWh) と想定した。

## (3) 再エネの普及

BaU ケースでは、固定価格買取制度の追加的な設備認定を行わないなどと想定とした。CASA 対策ケースでは、固定価格買取制度を引き続き運用していくこと、地域間連系線の最大限の活用など、再エネの普及を最大限促進するものとした。この結果、2030 年度の再エネ発電量(大規模水力発電を除く)は 2,869 億 kWh になる (2017 年度実績で 855 億 kWh)。このシナリオでは、2030 年度に総発電量の 39% が再エネで賄われることになり (CASA 対策ケース)、水力発電と合わせた電力の国内自給率が 52% になる。

## (4) 技術シナリオ

産業、運輸、業務、家庭部門で見込んだ省エネ関連技術は表 3.1 のとおりである。これらの技術対策によって各部門のエネルギー消費効率改善率 (EEI: Energy Efficiency Improvement) が推計される。試算に用いた技術対策の数は、産業部門で 29 件、運輸部門で 24 件、民生部門で 59 件、合計で 112 件である。これらの技術は、長期エネルギー需給見通しなどの公的資料や産業界などから公表された情報に基づいており、エネルギー効率や普及率などが推計されている。産業部門は、公的機関や産業界から公表された技術データが少ないため、確実に導入される技術に絞らざるを得なく、省エネ効果を相当控えめに見積もっている。

表 3.1 ボトムアップモデルで用いた主な技術・対策

| 部門・業種など |         | 技術・対策名                                             |
|---------|---------|----------------------------------------------------|
| 産業      | 鉄鋼      | CDQ、次世代コークス炉、TRT乾式化、LDG潜熱・顕熱回収、直流電炉、廃プラスチック高炉原料化など |
|         | 窯業土石    | 豎型石炭ミル、エアムービー式クーラー、ローラーミル予備粉碎機、廃熱発電など              |
|         | 紙パルプ    | 廃材・パーク等利用技術、高効率古紙パルプ製造装置など                         |
|         | 化学工業    | エチレンクラッカーの省エネプロセス技術など                              |
|         | 業種横断    | 高性能工業炉、高性能ボイラー、産業ヒートポンプなど                          |
| 家庭      | 冷暖房     | 全面断熱改修工事、省エネ型エアコンへの更新など                            |
|         | 給湯      | 太陽熱温水器、節水シャワーヘッド、ヒートポンプ式給湯器など                      |
|         | 動力照明    | 省エネ型冷蔵庫、人感センサー式照明、待機電力削減機器など                       |
|         | 全体      | HEMS                                               |
| 業務      | 冷暖房     | 全面断熱改修工事、省エネ冷暖房機器など                                |
|         | 給湯      | 太陽熱温水器、潜熱回収型給湯器など                                  |
|         | 動力照明    | 省エネ型パソコン、省エネ型複写機、省エネ型冷蔵庫など                         |
|         | 全体      | BEMS、動力・熱源管理システムなど                                 |
| 旅客      | 自家用乗用車  | 燃費改善、ハイブリッド車普及、アイドリングストップ装置                        |
|         | 自家用軽乗用車 | 燃費改善                                               |
|         | タクシー    | 燃費改善、アイドリングストップ装置                                  |
|         | バス      | 燃費改善                                               |
|         | 鉄道      | 省エネ機種導入                                            |
|         | 航空      | 省エネ機種導入                                            |
| 貨物      | トラック    | 燃費改善、アイドリングストップ装置、速度抑制装置                           |
|         | 航空      | 省エネ機種導入                                            |

## 2 「CASA2030 モデル」の試算結果

### (1) CO<sub>2</sub> 排出量

「CASA2030 モデル」の試算結果によると、2030 年度の CO<sub>2</sub> 排出量は、BaU ケースで 1990 年度比 2%削減、CASA 対策原発ゼロケースで 44%削減、CASA 対策 2030 全廃ケースで 42%削減となった（図 3.3）。これは、原発依存を続けても温暖化対策が進まなければ CO<sub>2</sub> 排出削減効果が乏しいこと（BaU ケース）、温暖化対策に速やかに取組めば原発稼働による CO<sub>2</sub> 排出削減量は軽微であること（CASA 対策ケース）を示している。つまり、原発依存は本質的な温暖化対策とはなりえないことを示唆している。部門別の CO<sub>2</sub> 排出量（直接排出）は、エネルギー転換部門（火力発電）と産業部門（製造業）が多い。削減率は業務部門（サービス業）と運輸部門が高く、産業部門が低くなっている（図 3.4）。参考までに部門別の CO<sub>2</sub> 排出量（間接排出）を図 3.5 に示すが、最大の排出源は産業部門であり、エネルギー転換部門も多い。

CASA 対策ケースでは、1) 省エネ対策などによるエネルギー需要量の削減、2) エネルギーシフト（脱原発・脱石炭、再エネ普及）が主な対策である。各部門での省エネ化の余地が依然として大きく、2030 年度の最終エネルギー消費は 1990 年度比で 32%削減される（図 3.6）。2030 年度の CASA 対策原発ゼロケースの CO<sub>2</sub> 排出量は 6 億 1,600 万トンであり、2030 年度 BaU 比で 4 億 2,500 万トン（41%削減）、1990 年度比で 4 億 4,300 万トン（42%削減）削減されている。CASA 対策原発ゼロケースの削減の内訳は、エネルギーシフトによって 2030 年度 BaU 比で 1 億 4,600 万トン（14%削減）、省エネによって同比で 2 億 7,900 万トン（27%削減）となっている。

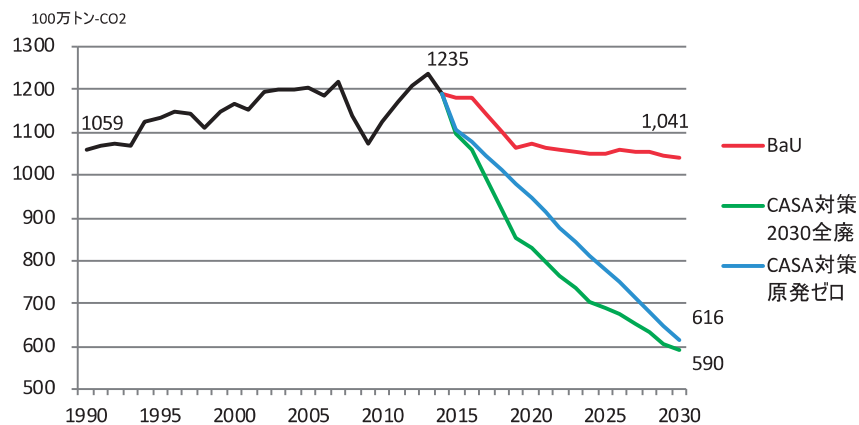


図 3.3 2030 年度までの CO<sub>2</sub> 排出の推移

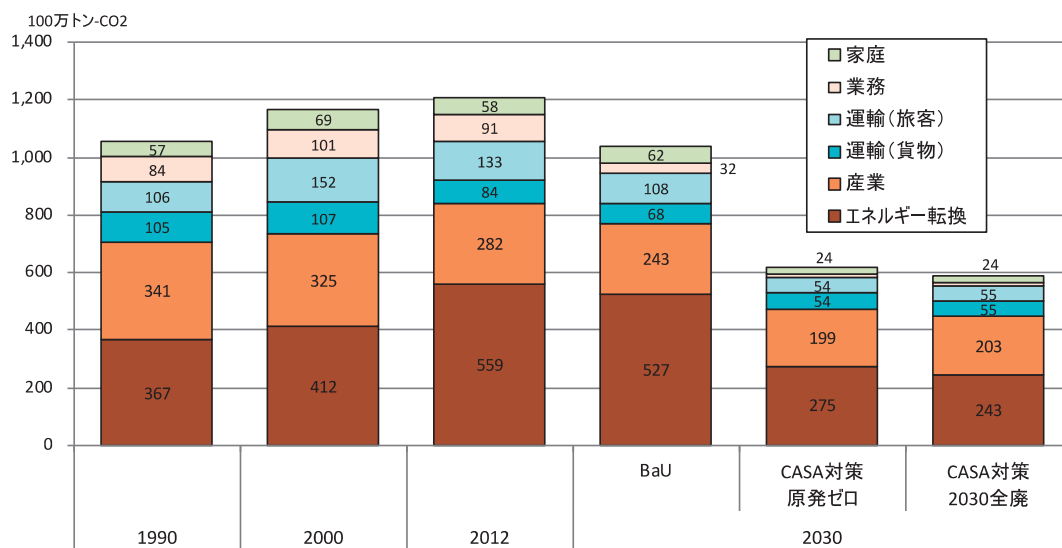


図 3.4 2030 年度の CO<sub>2</sub> 排出量の予測（直接排出）

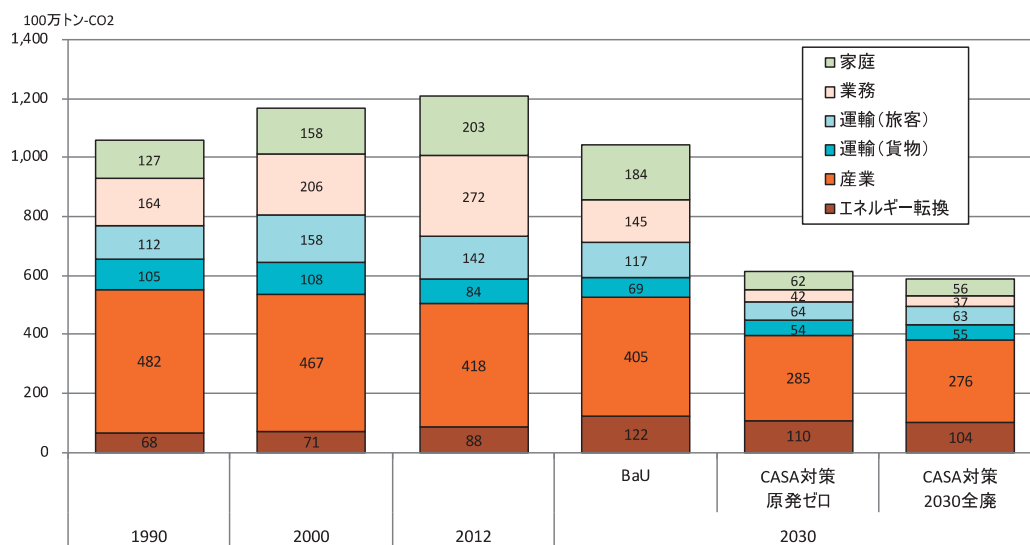


図 3.5 2030 年度の CO<sub>2</sub> 排出量の予測（間接排出）

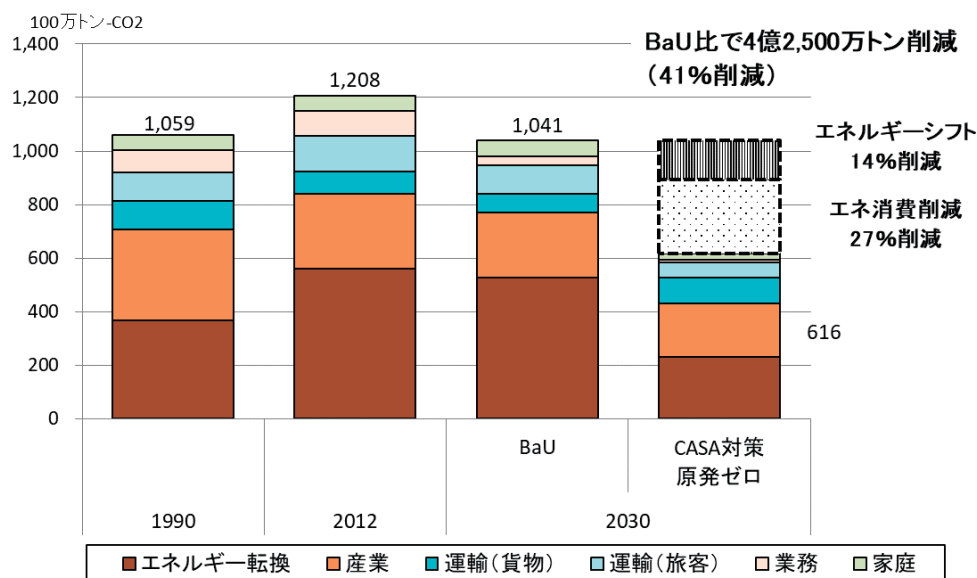


図 3.6 2030 年度の CO<sub>2</sub> 排出の削減効果 (BaU ケースと CASA 対策原発ゼロケースの比較)

## (2) エネルギー需要と供給

部門別の 2030 年度の最終エネルギー消費量をみると、BaU ケースでは、家庭部門が 1990 年度比 17%増加しているが、運輸（旅客）部門が同比 11%削減、運輸（貨物）部門が同比 18%削減している。CASA 対策ケースでは、業務部門が 1990 年度比 55%削減、運輸（旅客）部門が同比 50%削減、運輸（貨物）部門が同比 37%削減、家庭部門が同比 23%削減、産業部門が同比 24%削減と省エネ余地量が多いことが示されている（図 3.7）。

2030 年度の一次エネルギー供給量をみると、BaU ケースでは 1990 年度比で 5%削減するのに対して、CASA 対策ケースでは同比 30%削減する（図 3.8）。燃料別の割合は、BaU ケースで石油・石炭・天然ガスの化石燃料が全体の 8 割強を占め、CASA 対策ケースで化石燃料が 7 割弱、再エネ・水力が 3 割弱を占める。

2030 年度の発電量をみると、BaU ケースでは 1990 年度比で 19%増加するのに対して、CASA 対策ケースでは同比 13~15%削減する（図 3.9）。2030 年度発電割合は、BaU ケースで、原子力 14%、ガス火力 16%、石炭火力 37%、石油火力 14%、水力 8%、水力以外の再エネ 10%となり、現在と同じ火力・原子力依存のままである。CASA 対策原発ゼロケースでは、原子力 0%、ガス火力 18%、石炭火力 21%、石油火力 8%、水力 14%、水力以外の再エネ 39%となり、エネルギーシフトが着実に進展する。

2030 年度の再エネ（水力を含む）発電量は 3,881 億 kWh で、全体の内訳をみると、太陽光発電 38%、水力発電 26%、風力発電 21%、バイオマス 12%の順となる（図 3.10）。この想定は、環境省などの公的機関が発表した再エネの資源潜在量と比べても十分余裕がある。

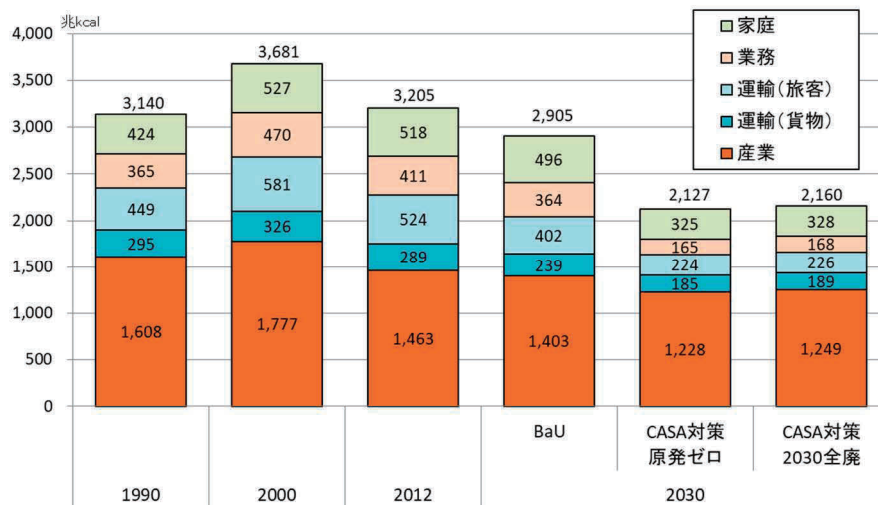


図 3.7 最終エネルギー消費の内訳

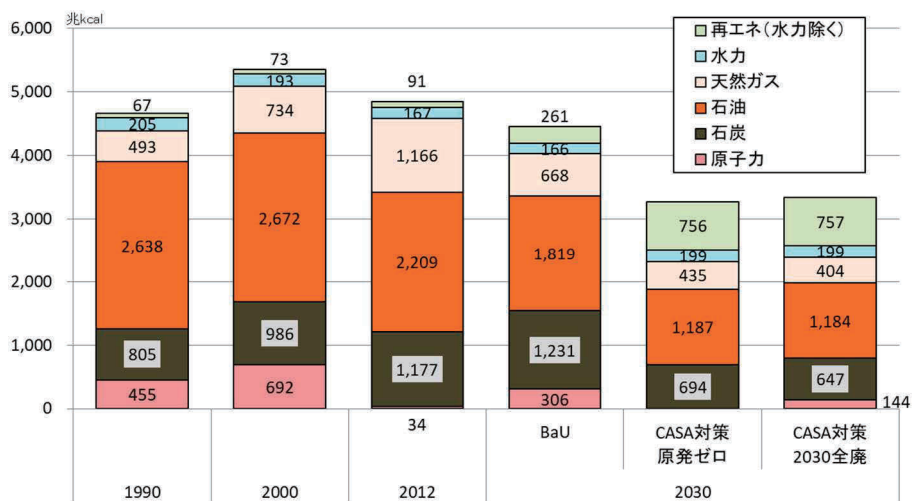


図 3.8 一次エネルギー供給の内訳

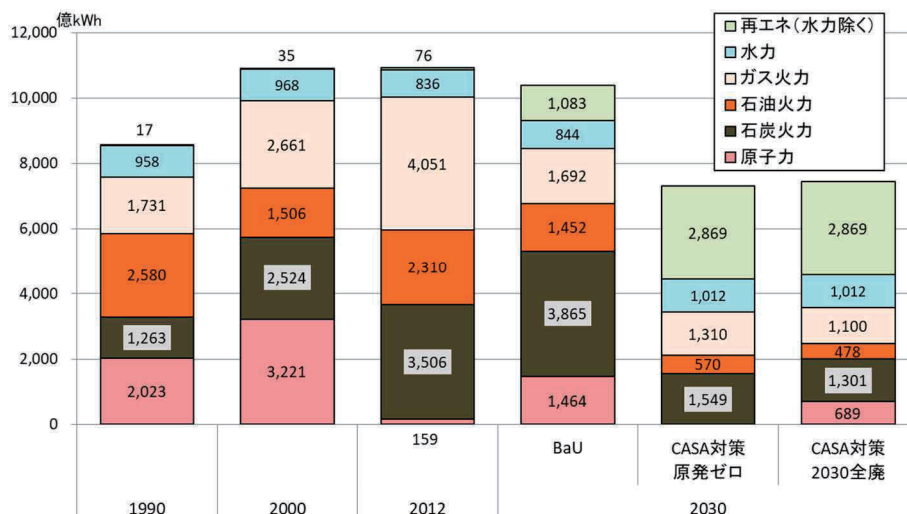


図 3.9 発電量の内訳

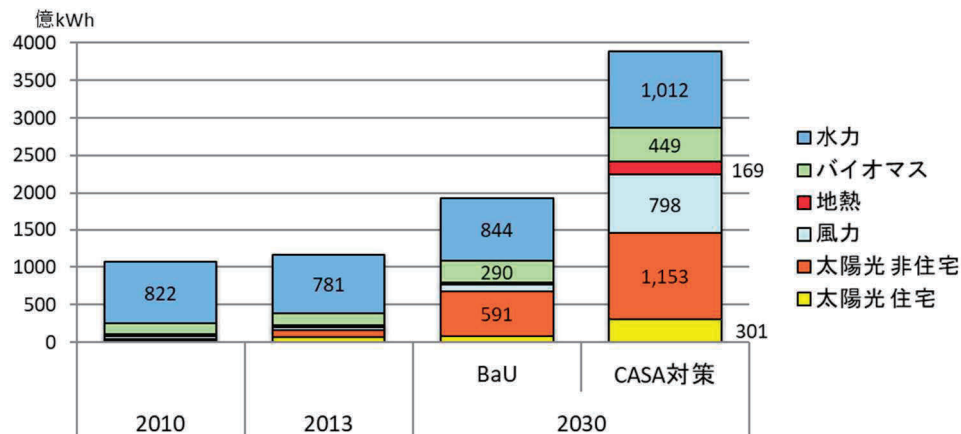


図 3.10 再エネ発電（水力含む）の内訳

### 3 温暖化対策は新たな経済発展につながる

「CASA 2030 モデル」の試算結果によると、マクロ経済への影響は、実質 GDP、可処分所得、失業率のいずれも 3 つのケースで差がほとんどみられず、温暖化対策による経済への悪影響はほぼないと言っても良い（表 3.2）。とくに、CASA 対策原発ゼロケースは、原発を全廃しても、CO<sub>2</sub>排出量を大きく減らしながら、実質 GDP が成長するデカップリングが確認され、BaU ケースとは対照的な結果が導き出されている（図 3.11）。

表 3.2 温暖化対策による経済社会への影響

|       |         |                    | 1990    | 2000    | 2010    | 2020    |                |                  | 2030    |                |                  |
|-------|---------|--------------------|---------|---------|---------|---------|----------------|------------------|---------|----------------|------------------|
|       |         |                    |         |         |         | BaU     | CASA対策<br>原発ゼロ | CASA対策<br>2030全廃 | BaU     | CASA対策<br>原発ゼロ | CASA対策<br>2030全廃 |
| 産業部門  | 粗鋼      | 千トン                | 111,710 | 106,901 | 110,793 | 103,978 | 103,814        | 103,884          | 103,822 | 102,374        | 103,164          |
|       | エチレン    | 千トン                | 5,966   | 7,566   | 6,999   | 6,032   | 6,037          | 6,053            | 5,290   | 5,191          | 5,273            |
|       | セメント    | 千トン                | 86,893  | 80,068  | 50,901  | 50,911  | 50,928         | 51,020           | 46,127  | 45,379         | 45,931           |
|       | 紙・板紙    | 千トン                | 28,538  | 31,742  | 27,341  | 25,547  | 25,499         | 25,496           | 27,204  | 26,612         | 26,846           |
|       | 鉱工業生産指数 | 2005年=100          | 107     | 106     | 99      | 102     | 102            | 102              | 102     | 98             | 100              |
| 家庭部門  | 世帯数     | 万世帯                | 4,116   | 4,742   | 5,336   | 5,498   | 5,498          | 5,498            | 5,309   | 5,309          | 5,309            |
| 業務部門  | 床面積     | 100万m <sup>2</sup> | 1,285   | 1,656   | 1,831   | 1,889   | 1,889          | 1,889            | 1,963   | 1,954          | 1,958            |
| 運輸部門  | 貨物輸送量   | 億トンキロ              | 4,631   | 4,810   | 4,509   | 4,049   | 4,039          | 4,048            | 3,866   | 3,742          | 3,807            |
|       | 旅客輸送量   | 億人キロ               | 12,984  | 14,197  | 13,627  | 15,775  | 15,605         | 15,617           | 15,054  | 14,645         | 14,727           |
| マクロ経済 | 実質GDP   | 兆円                 | 431     | 477     | 513     | 551     | 550            | 552              | 573     | 561            | 569              |
|       | 可処分所得   | 兆円                 | 265     | 299     | 287     | 346     | 345            | 344              | 418     | 424            | 418              |
|       | 失業率     | %                  | 2.1     | 4.7     | 5.0     | 2.5     | 2.5            | 2.5              | 1.5     | 1.6            | 1.6              |

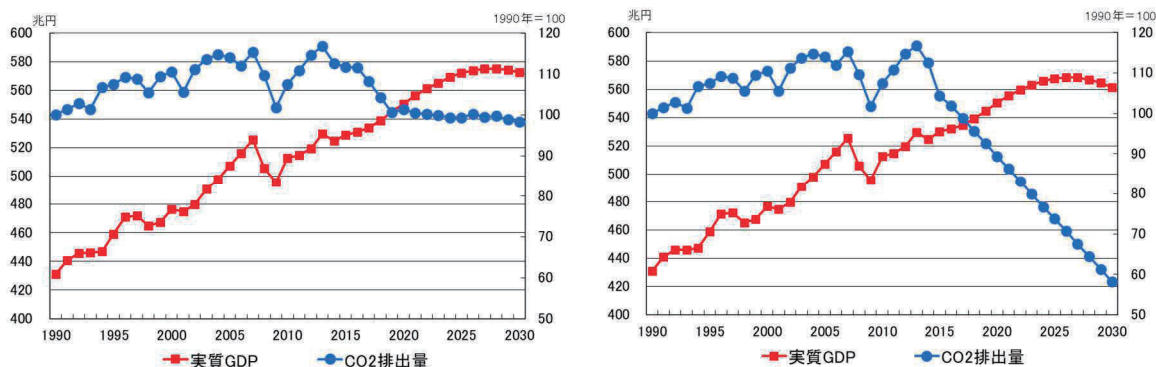


図 3.11 実質 GDP と CO<sub>2</sub> 排出量の推移（左：BaU ケース，右：CASA 対策原発ゼロケース）

また、省エネ対策や再エネ普及のためには設備投資が必要となるが、これらの環境対策が新たな産業活動を生み出し、雇用を創出すること（グリーン・ジョブ）が期待される。産業連関表（2005 年版）を用いて経済波及効果を試算したところ、2030 年の生産誘発額が 33.7 兆円、雇用増加が 200 万人となった（表 3.3）。

表 3.3 温暖化対策による経済波及効果（2030 年）

|           | 直接投資額<br>[億円/年] | 一次              |             | 二次              |             | 合計              |             |
|-----------|-----------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|
|           |                 | 生産誘発額<br>[億円/年] | 雇用増<br>[万人] | 生産誘発額<br>[億円/年] | 雇用増<br>[万人] | 生産誘発額<br>[億円/年] | 雇用増<br>[万人] |
| 農林業       | 0               | 594             | 0.7         | 1,583           | 6.2         | 2,177           | 6.9         |
| 鉱山        | 0               | 546             | 0.2         | 16              | 0.0         | 562             | 0.2         |
| 一般機械・精密機械 | 14,721          | 16,665          | 6.5         | 284             | 0.1         | 16,949          | 6.6         |
| 電気機械      | 38,570          | 50,026          | 16.6        | 1,408           | 0.4         | 51,435          | 17.0        |
| 輸送機械      | 7,785           | 14,692          | 2.9         | 1,830           | 0.3         | 16,522          | 3.2         |
| その他製造業    |                 | 56,799          | 20.5        | 11,655          | 4.9         | 68,454          | 25.3        |
| 建築・土木     | 70,776          | 72,074          | 66.0        | 776             | 0.7         | 72,849          | 66.7        |
| エネルギー産業   |                 | 3,209           | 0.4         | 1,592           | 0.2         | 4,800           | 0.5         |
| 運輸業       |                 | 9,736           | 6.5         | 3,732           | 2.6         | 13,468          | 9.2         |
| サービス業     |                 | 53,227          | 35.3        | 37,057          | 30.4        | 90,283          | 65.7        |
| 合計        | 131,851         | 277,566         | 155.5       | 59,933          | 45.8        | 337,499         | 201.3       |

#### 参考文献

CASA（2011）「「CASA 2020 モデル」の試算結果(中間報告) ver.2」（2011 年 3 月）  
 経済産業省（2015）「長期エネルギー需給見通し」（2015 年 7 月）  
 資源エネルギー庁（2015）「長期エネルギー需給見通し関連資料」（2015 年 7 月）

## 第4章 地域カーボンバジェットの推計

### 1 地域カーボンバジェットの考え方

第1章で示した通り、工業化以前からの気温上昇を2℃未満に抑えるためには、2018年以降に許容される世界全体のCO<sub>2</sub>排出量はあと18～21年分、1.5℃未満抑制で10～18年分である。また、人口比で配分した2018年以降の日本のカーボンバジェットは、2℃未満抑制で残り11～12年分、1.5℃未満抑制で残り6～11年分である。速やかに再エネに転換し、カーボンニュートラル（炭素中立）を日本全体で達成する必要がある。再エネのポテンシャルは、CO<sub>2</sub>排出量と比例して賦存している訳ではなく、地形や気象条件といった自然条件に左右されるが、地域単位で再エネ100%を達成すれば、日本全体としても排出量がゼロとなる。再エネの賦存量が不足する地域があれば、省エネ対策でエネルギー消費量を削減しつつ、他地域から再エネを調達することが求められる。

こうした日本のカーボンバジェットを各地域に割り当てた場合にどのようなのか、というのが本章の視点である。CO<sub>2</sub>排出量が多いのは、人口が集中している都市部や火力発電所・重工業等が立地している地域であるが、地域別に化石燃料の消費量やエネルギー消費量を詳細に把握した統計がないため（とくに基礎自治体）、それに代替する手法として、温室効果ガスインベントリ(GHGI)の部門別排出量に準拠し、各部門の活動量に比例する形で配分することとする。

### 2 地域カーボンバジェットの算出法

都道府県などが独自にCO<sub>2</sub>排出量を算出したものはあるが、日本全体の公式値であるGHGIと整合しているものではない。地域カーボンバジェットの算出に当たっては、①当該地域の現在のCO<sub>2</sub>排出量を算定、②その排出量の全国比に比例してカーボンバジェットを配分、という2ステップで行う。

地域のCO<sub>2</sub>排出量は、GHGIに基づき、以下の式によって求められる。

$$e_i = \sum_j (E_j \times r_{ij})$$
$$r_{ij} = \frac{p_{ij}}{P_j}$$

{

$e_i$  : 地域 i の CO<sub>2</sub> 排出量

$E_j$  : 日本全体の部門 j の排出量（GHGI より）

$r_{ij}$  : 地域 i、部門 j の全国比

$p_{ij}$  : 地域 i、部門 j の活動指標値（製造品出荷額等など）

$P_j$  : 日本全体の部門 j の活動指標値（製造品出荷額等など）

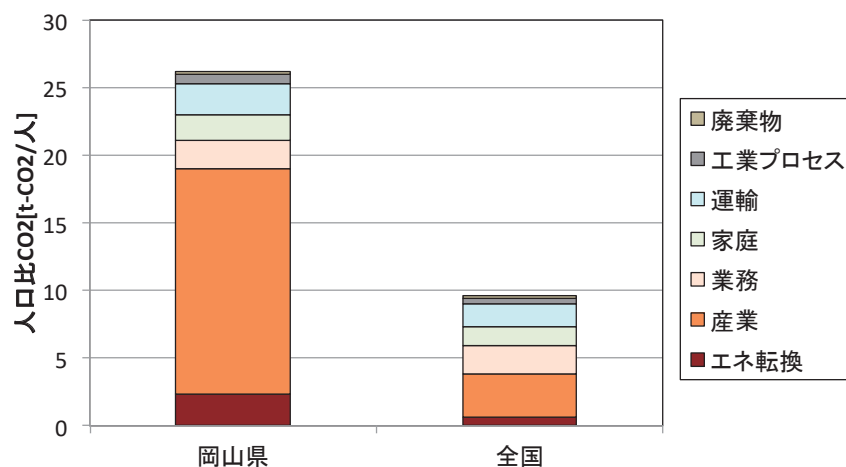
各部門の地域活動指標値は、エネルギー転換部門や産業部門の製造業では工業統計表の製造品出荷額等を使用し、「農林水産鉱建設業」と「業務他」では経済センサスより従業者数を、運輸部門では自動車保有車両数を用いた。それ以外では、類似の部門の値や国勢調査人口を使用した。運輸部門の鉄道、船舶、航空機による排出量は地域とはほとんど関係がないと捉えられることから算定の対象外とした。

### 3 地域カーボンバジェットの推計ー①岡山県

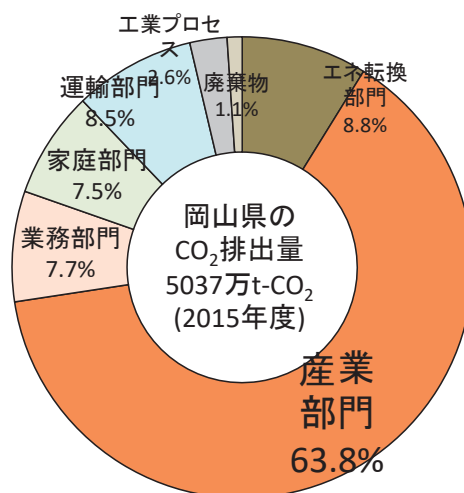
#### (1) 岡山県の排出実態

岡山県は典型的な「工業型」で、産業部門などの割合が7割を超える。2015年度の岡山県全体の温室効果ガス排出量は5,163万トン、うちCO<sub>2</sub>は5,037万トンで温室効果ガス全体の98%を占める（岡山県、2018a）。温室効果ガス排出量の内訳は産業部門62%、エネルギー転換部門（間接排出なので主に製油所）9%、工業プロセス3%（エネルギーではないが工場から排出）、この3つで県全体の75%を占める（図4.1）。

このうち、JFE スチール西日本製鉄所倉敷地区のみで岡山県全体の排出量の40%を占め、JXTG エネルギー水島製油所、旭化成、三菱ケミカル、クラレの5社の事業所で県全体の排出量の約50%を占める（環境省・経済産業省、2018）。また、岡山県の大口径排出事業者の産業部門に属する約200社で県全体の排出量の約66%を占める。産業部門以外の業務、家庭、運輸はあわせて県のCO<sub>2</sub>排出量の24%を占める。岡山県の排出源は水島コンビナートに立地する業種・事業所に集中している（水島地域環境財団、2018）。



(a) 人口当たり CO<sub>2</sub> 排出量



(b) 排出割合

図 4.1 岡山県の CO<sub>2</sub> 排出 (2015)

## (2) CO<sub>2</sub> 排出削減の手法と可能性

CO<sub>2</sub> 排出量を削減する手法として、活動量あたりエネルギー消費量を下げる方法（エネルギー効率改善）、エネルギー消費量あたり CO<sub>2</sub> 排出量を下げる方法（炭素集約度改善、再エネ普及、石炭や石油から天然ガスへの転換など）などがある。これらの手法はどの地域でも共通である。

県の排出の多くを占める大口事業所の削減として、まずエネルギー効率改善がある。国の省エネ法ベンチマークで、素材系製造業の優良水準（トップレベルではなく偏差値 60 レベル）のエネルギー原単位（基本的に生産量あたりエネルギー消費量）が公表されている（資源エネルギー庁、2017）。岡山県では、「岡山県温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度」（計画書制度）によってベンチマーク指標の各事業所の値が公表されており、事業所を比較すると同業他社の優良レベルなみに省エネをした場合の削減率や削減量がおおよそ推計できる。県全体の 4 割を排出する JFE スチールは、ベンチマーク達成つまり同業他社の優良レベルなみに省エネすると 9%削減が可能である。優良レベル並みの省エネ対策が約 10 社の岡山県内事業所で実施されると、約 8%（約 210 万トン）削減される。この削減量は岡山県全体の家庭部門の CO<sub>2</sub> 排出量の 50%相当である。

岡山県計画書制度で業務部門の床面積あたり CO<sub>2</sub> 排出量を報告した事業者をみると、小売事業者（百貨店、スーパーなど）、病院事業者、事務所との間で約 1.5 倍の開きがある（岡山県、2018b；水島地域環境財団、2018）。ここでも省エネ対策をトップ事業者なみの原単位に改善すると、エネルギー消費量と CO<sub>2</sub> 排出量を大きく削減可能である。

岡山県の産業、業務、家庭、運輸で既存優良技術を全面的に普及し、乗用車・小型バス・小型トラックを 2050 年度に電気自動車へ転換すると、2050 年度のエネルギー消費量は 2015 年度比約 60%削減、これと再エネの電力・低温熱の普及などで CO<sub>2</sub> 排出量を 2015 年度比で約 90%削減可能である。

表 4.1 岡山県の温暖化対策のシナリオ

| 部門     | 2030 年まで                                             | 2050 年まで                 |
|--------|------------------------------------------------------|--------------------------|
| 購入電力   | 火力は LNG 中心に、再エネ転換                                    | 再エネ 100%転換               |
| 産業部門   | 優良工場レベルの省エネ対策を実施<br>石炭・石油からガスへ転換（除鉄鋼高炉）<br>リサイクル材料増加 | 電力・低温熱・中温熱の再エネ転換         |
| 業務部門   | 省エネ設備更新、断熱建築普及<br>再エネ熱普及                             | 断熱建築普及<br>電力・熱利用とも全て再エネに |
| 家庭部門   | 省エネ設備更新、断熱住宅普及<br>再エネ熱普及                             | 断熱住宅普及<br>電力・熱利用とも全て再エネに |
| 運輸旅客部門 | トップクラス燃費車の普及<br>電気自動車 20%普及                          | 電気自動車普及・再エネ電力使用          |
| 運輸貨物部門 | トップクラス燃費車の普及                                         | 電気自動車普及・再エネ電力使用          |

### (3) 岡山県のカーボンバジェット

岡山県のカーボンバジェットは、世界のカーボンバジェットを人口当たりで配分し、産業構造を配慮し試算される（近江ら、2018）。気温上昇 1.5℃未満目標の場合は 1.8～3.3 億 t-CO<sub>2</sub>、2℃未満目標の場合は 3.3～3.7 億 t-CO<sub>2</sub> である。前者は岡山県の 2015 年度 CO<sub>2</sub> 排出量の 4～7 年分、後者は 7～8 年分である<sup>11</sup>。

このカーボンバジェットと排出削減シナリオにおける累積排出量を比較すると、バジェット内に累積排出量を収めるためには、対策を前倒していく必要がある。2℃目標には、2030 年までに取り組むことを想定した省エネや再エネ、脱石炭対策を 2026 年に前倒し、1.5℃目標には 2024 年に前倒しすることが必要である。カーボンバジェットを満たすための岡山県の排出削減経路は、図 4.2 に示す通りである。岡山県のカーボンバジェットが残りわずかな要因は、素材製造業の排出量が極めて多いからである。

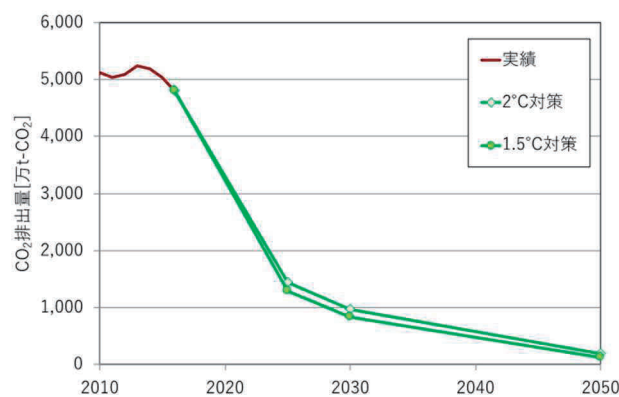


図 4.2 岡山県のカーボンバジェットを満たす排出削減経路（1.5℃・2℃目標）

### (4) 地域経済への影響

岡山県の企業・家庭の光熱費は 2015 年度に約 1.1 兆円で、ほぼ域外流出していると推定される。ちなみに 1.1 兆円は岡山県の特別会計も含む県予算に匹敵する（岡山県、2018c）。対策に取り組まなければ、化石燃料価格の値上がりなどで光熱費は 2050 年に約 1.4 兆円に膨らむが、省エネと再エネ対策に取り組むと約 5,000 億円の支出に抑制が可能である。また消費する電力を県内再エネ電力に転換すると、光熱費が地域内で循環するようになる。加えて、設備投資やメンテナンスを県内企業が受注すれば、地域内で資金循環し、県内雇用も増加する。

上記シナリオでの光熱費は、2030 年段階で約 5,000 億円、2050 年段階で約 9,000 億円（域内再エネ普及を含む）と推計される。また、対策への設備投資額は、2030 年段階で約 2,900

<sup>11</sup> 1.5℃目標の世界のカーボンバジェット（IPCC1.5℃報告、2018 年から排出ゼロになる年の排出量の積分値）は、達成確率 66%で 5,500 億 t-CO<sub>2</sub>、達成確率 50%で 7,500 億 t-CO<sub>2</sub> である。これを人口比で日本に割り振り、産業構造を考慮し業種ごとの工業品出荷額、業務従業員数、人口などで割り振ると、2.4～3.2 億 t-CO<sub>2</sub> になる。2℃目標の世界のカーボンバジェットは、IPCC 第 5 次報告と、IPCC1.5℃報告の両方で試算できる。ここでは IPCC1.5℃報告（2016 年から排出ゼロになる年の排出量の積分値）で求めると、達成確率 66%で 1 兆 t-CO<sub>2</sub>、達成確率 50%で 1.3 兆 t-CO<sub>2</sub> である。これを人口比で日本に割り振り、産業構造を考慮し業種ごとの工業品出荷額、業務従業員数、人口などで割り振ると、4.3～5.6 億 t-CO<sub>2</sub> になる。

億円、2050 年段階で約 2,300 億円と推計される。したがって、対策への設備投資額は光熱費削減額よりも少なく投資回収が十分に可能とみられる。

#### (5) 80%削減実現には何が必要か

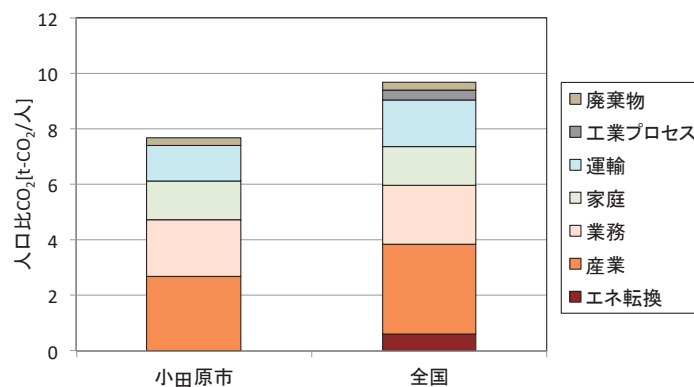
現行制度には、県の地球温暖化防止行動計画（岡山県、2017）と、大口事業者対象の地球温暖化対策計画書制度がある。県地球温暖化防止行動計画では、温室効果ガス排出量を 2030 年度に 2013 年度比 17.7%削減する目標があるが、2050 年度目標は設定されていない。また、岡山県の排出の約 7 割を占める大口事業者約 300 を対象にした県地球温暖化対策計画書制度の事業者目標を合計すると、2020 年度の排出量が 2016 年度実績よりも多い（水島地域環境財団、2018）。したがって、いずれの制度も脱炭素社会への移行を担保する政策とはなっていない。

これから求められる政策には、2025 年に 60%以上、2030 年に 75%以上削減していく県の削減目標（2℃目標の場合）の設定、大口事業者・事業所の総量削減義務化制度（排出量取引制度など）、県内供給電力の CO<sub>2</sub> 原単位規制、地域の再エネ電力供給普及の制度（自治体公社、地域電力小売り会社を含む）などがある。県内中小企業・家庭向けの政策では、新築断熱建築規制や新築中古住宅・建築物の断熱情報提供制度、機器の省エネ情報提供制度、優良対策の情報開示や専門家による相談窓口、中間支援制度などがある。県・市町村管理施設では省エネと再エネ 100%を早期に達成し、地域の模範となり、また市町村は再エネ 100%目標を掲げ、域内に再エネ電力・熱供給する自治体公社を立ち上げていくことが望ましい。

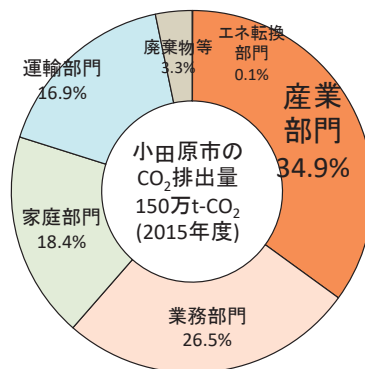
### 4 地域カーボンバジェットの推計ー②神奈川県小田原市

#### (1) 小田原市の排出実態

神奈川県小田原市は中規模都市で、大きな素材製造業事業所がなく、排出構造は「中間型」に分類される。市の排出量や排出構成に関する公的な統計はないが、人口比の按分で求めると（近江ら、2018）、2015 年度の小田原市の CO<sub>2</sub> 排出量は約 150 万トンである。排出構成は、産業部門が 3 分の 1、業務、家庭、運輸がそれぞれ 4 分の 1 から 6 分の 1 を占める（図 4.3 b）。人口一人あたり CO<sub>2</sub> 排出量は約 8t-CO<sub>2</sub> で、全国平均よりやや少ない（図 4.3a）。



(a) 人口あたり CO<sub>2</sub> 排出量



(b) 排出割合

図 4.3 小田原市の CO<sub>2</sub> 排出 (2015)

## (2) CO<sub>2</sub> 排出削減の手法と可能性

小田原市には大口排出事業所がないので、小口排出源の削減対策が必要である。対策として他地域と同様に、エネルギー効率向上のための省エネ設備機器導入や断熱建築の導入・改修、再エネ普及、石炭・石油から天然ガスへの転換などがある。

小田原市の産業・業務・家庭・運輸で既存優良技術を全面的に普及し、乗用車・小型バス・小型トラックを電気自動車に転換すると、2050年度のエネルギー消費量は2015年度比で3分の1に削減され、これと再エネの電力・低温熱への普及などでCO<sub>2</sub>排出量を2015年度比で約90%削減可能である。

表 4.2 小田原市の温暖化対策のシナリオ

|        | 2030 年まで                      | 2050 年まで                 |
|--------|-------------------------------|--------------------------|
| 購入電力   | 火力は LNG 中心に購入<br>再エネ転換        | 再エネ 100%転換               |
| 産業部門   | 優良工場レベルの省エネ対策を実施<br>石油からガスへ転換 | 電力・低温熱・中温熱の再エネ転換         |
| 業務部門   | 省エネ設備更新、断熱建築普及<br>再エネ熱普及      | 断熱建築普及<br>電力・熱利用とも全て再エネに |
| 家庭部門   | 省エネ設備更新、断熱住宅普及<br>再エネ熱普及      | 断熱住宅普及<br>電力・熱利用とも全て再エネに |
| 運輸旅客部門 | トップクラス燃費車の普及<br>電気自動車 20%普及   | 電気自動車普及・再エネ電力使用          |
| 運輸貨物部門 | トップクラス燃費車の普及                  | 電気自動車普及・再エネ電力使用          |

## (3) 小田原市のカーボンバジェット

小田原市のカーボンバジェットは、世界のカーボンバジェットを人口当たりで配分し、人口比と産業構造を考慮して試算する（近江ら、2018）。気温上昇 1.5℃目標の場合、人口

比で配分すると 1,100～2,000 万 t-CO<sub>2</sub>、産業構造を考慮すると、900～1,700 万 t-CO<sub>2</sub> (2018～2050 年度) となる。2℃目標の場合、人口比で配分すると 1,900～2,200 万 t-CO<sub>2</sub>、産業構造を考慮すると 1,700～2,000 万 t-CO<sub>2</sub> である。1.5℃目標の産業構造考慮の場合は小田原市の 2015 年度 CO<sub>2</sub> 排出量の 7～12 年分である。2℃目標の産業構造考慮の場合は 12～13 年分である<sup>12</sup>。

このカーボンバジェットと排出削減シナリオにおける累積排出量を比較すると、2℃目標のカーボンバジェット内に収まる。1.5℃目標を達成するためには、2030 年までに取り組むことを想定した省エネや再エネ対策を 2025 年に前倒しすることが必要である。カーボンバジェットを満たすための小田原市の排出削減経路は図 4.4 に示す通りである。

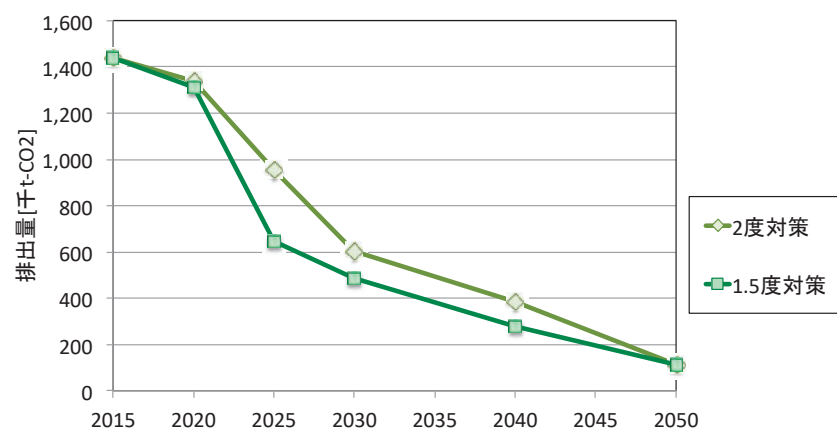


図 4.4 小田原市のカーボンバジェットを満たす排出削減経路 (1.5℃・2℃目標)

#### (4) 地域経済への影響

2015 年度の小田原市の企業・家庭などが支払う光熱費は約 600 億円で、その大半は域外流出していると推定される。化石燃料価格の値上がりなどで 2040 年の光熱費は約 750 億円に増える。省エネや再エネ対策が進展すると、2050 年の光熱費は約 200 億円に抑制可能とみられる。また、市内で消費する電力を市域の再エネに転換し、省エネや再エネ設備投資、メンテナンス事業は、県内企業が受注すれば地域内で資金循環して、県内雇用が増加する。

省エネと再エネ対策によって削減できる光熱費は 2030 年で約 350 億円、2050 年で約 640 億円と推計される。また、設備投資額は 2030 年段階で約 180 億円、2050 年段階で約 120 億円になるとみられる。つまり、設備投資額が光熱費削減額より少なく投資回収が十分に可能である。

#### (5) 80%削減実現には何が必要か

「小田原市エネルギー計画」(2015 年) では、2050 年度の市内のエネルギー消費量を 2010

<sup>12</sup> 1.5℃目標の世界のカーボンバジェット (1 章参照) を人口比で日本に割り振り、産業構造を考慮し業種ごとの工業品出荷額、従業員数、人口などで小田原市に割り振ると、900～1,700 万 t-CO<sub>2</sub> になる。2℃目標の世界のカーボンバジェット (1 章参照) を人口比で日本に割り振り、産業構造を考慮し業種ごとの工業品出荷額、従業員数、人口などで小田原市に割り振ると、達成確率 50%で 2,000 万 t-CO<sub>2</sub>、66%で 1,700 万 t-CO<sub>2</sub> になる。

年度比 40%削減、2050 年に市内の再エネ導入を市内エネルギー消費量の 50%に増加するという 2 つの目標を掲げている。

必要な政策は、岡山県で指摘した内容とほぼ同じであり、省エネ対策や再エネ促進の施策が必要である。

#### 参考文献

近江貴治・上園昌武・歌川学 (2018)「地域カーボンバジェットの算出～手法開発と課題・展望」

日本環境学会第 44 回研究発表会予稿集、pp.116-117

岡山県 (2017a)「岡山県地球温暖化防止行動計画 平成 29 年 3 月改定」

岡山県 (2018a)「岡山県内の温室効果ガス排出量の状況について (平成 26 年度・平成 27 年度(速報値))」

岡山県 (2018b)「岡山県温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度開示データ」

岡山県 (2018c)「平成 30 年度当初予算のあらまし」

小田原市 (2015)「小田原市エネルギー計画」

環境省・経済産業省 (2018)「温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度開示データ」

資源エネルギー庁 (2017)「エネルギーの使用の合理化等に関する法律に基づくベンチマーク指標の報告結果について」

水島地域環境財団 (2018)「温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度の改善にむけた提言(2017 年度版)」

## 第5章 拡張産業連関表の推計と分析

### 1 拡張産業連関表の推計

#### (1) 推計方法

岡山県および小田原市の拡張産業連関表の作成にあたって、それぞれ、公表済みの「平成23年（2011年）岡山県産業連関表（108部門、生産者価格評価）」、「小田原市産業連関表」（190部門）を用いた。

これに対して、今回はアンケート調査等の制約上、早稲田大学・スマート社会技術融合研究機構・次世代科学技術経済分析研究所による推計の「次世代エネルギーシステム分析用産業連関表」を用いて、再エネ部門を拡張することとした。具体的には、「2030年再エネ想定取引額表（143部門表）」を援用して、部門の分割・統合を行った<sup>13</sup>。

岡山県および小田原市の産業連関表の分割・統合は、両地域での再エネの導入実績およびポテンシャルに基づくこととした。なお、省エネ部門は、とくに細分化を行うことはせず、以下でみるように最終需要を複数の当該部門に割り振ることとした。

#### (2) 拡張産業連関表の部門調整

本項では、上記の方法に沿って、再エネ部門を分割する扱いについて述べることとする。岡山県および小田原市産業連関表の当初の部門を「次世代エネルギーシステム分析用産業連関表」に準じて細分化したものは以下のようになっている。

表 5.1 産業連関表の分割の対象部門

| 対象部門（分割前） | 対象部門（分割後）          |
|-----------|--------------------|
| その他の電気機械  | 太陽電池モジュール（多結晶シリコン） |
|           | その他の電気機器（除、別掲）     |
| その他の土木建設  | 太陽光発電（住宅設置用）施設建設   |
|           | 太陽光発電（除、別掲）施設建設    |
|           | 風力・陸上用発電施設建設       |
|           | 中小水力発電施設建設         |
|           | 木質バイオ発電施設建設        |
|           | 廃棄物焼却発電施設建設（大都市）   |
|           | 廃棄物焼却発電施設建設（中）     |
|           | その他の電力施設建設         |
|           | その他の土木建設           |
|           |                    |
| 電力        | 太陽光発電（住宅設置用）       |
|           | 太陽光発電（除、別掲）        |
|           | 風力発電・陸上            |

<sup>13</sup> 同表は、「2005年の電力部門を含め各部門のCT（総生産額）が現状のままで、もしも電源構成だけが2030年に想定される比率であったとした場合」（早稲田大学・スマート社会技術融合研究機構・次世代科学技術経済分析研究所）を想定している。

|  |            |
|--|------------|
|  | 中小水力発電     |
|  | 木質バイオ発電    |
|  | 廃棄物焼却発電（大） |
|  | 廃棄物焼却発電（中） |
|  | 送配電事業      |
|  | その他の電力     |

### (3) 地域内生産額の試算

岡山県および小田原市における地域内生産額の試算にあたっては、下記の各シナリオに応じて、上記の表 5.1 の「その他の電気機械」、「その他の土木建設」、「電力」の各部門での当該部門を、「次世代エネルギーシステム分析用産業連関表」の CT（総生産額）に応じて、按分することとした。

また、各種の再エネ設備の建設と運用について、以下のように計算を行った。まず「電力施設建設」部門に関して、全国平均での 2005 年暦年ベースでの「電力施設建設」部門が「その他の土木建設」部門の全体に占める割合は約 17.36%であった<sup>14</sup>。この値に、岡山県産業連関表および小田原市産業連関表での「その他の土木建設」部門の CT を各々乗じて、各地域表での「電力施設建設」部門の試算とした。

さらに、「その他の土木建設」部門中の「電力施設建設」および「電力」部門において、下記の各シナリオに応じた部門分割を、「次世代エネルギーシステム分析用産業連関表」の CT により、各々行った。

#### 1) 岡山県拡張産業連関表の地域内生産額の試算

2030 年シナリオでは、岡山県産業連関表の「その他の電気機械」部門を、「太陽電池モジュール（多結晶シリコン）」と「その他の電気機器（除、別掲）」の 2 部門に、「次世代エネルギーシステム分析用産業連関表」の CT により按分した。

また、「その他の土木建設」部門中の「電力施設建設」および「電力」部門では、「太陽光発電（住宅設置用）」、「太陽光発電（除、別掲）」、「風力・陸上用」、「中小水力」、「木質バイオ」、「廃棄物焼却（大都市）」、「廃棄物焼却（中）」といった各部門を、「次世代エネルギーシステム分析用産業連関表」の CT により、各々細分化した。

#### 2) 小田原市拡張産業連関表の地域内生産額の試算

2030 年シナリオでは、小田原市産業連関表の「その他の土木建設」部門中の「電力施設建設」および「電力」部門において、「太陽光発電（住宅設置用）」、「太陽光発電（除、別掲）」、「中小水力」、「木質バイオ」の各部門を、「次世代エネルギーシステム分析用産業連関表」の CT により、各々細分化した。

<sup>14</sup> 具体的には、『建設統計年度報』から、産業連関表の「その他の土木建設」に含まれる「鉄道軌道建設」、「電力施設建設」、「電気通信施設建設」、「その他の土木建設」に該当する平成 16 年度、17 年度の工事費にたいして、平成 17（2005）暦年ベースの「電力施設建設」が占める割合である。

#### (4) 投入ベクトルの分割

投入ベクトル(列方向)の分割について、「次世代エネルギーシステム分析用産業連関表」の投入係数を、前項で試算した各部門の CT に乗じて中間投入額の初期値を作成しつつ、RAS 法による収束演算を行った。その際、列 CT は地域生産額であり、行 CT は、例えば「その他の電気機器」を「太陽電池モジュール(多結晶シリコン)」と「その他の電気機器(除、別掲)」に分割している場合、各地域表の「その他の電気機械」の当初の中間投入額を用いることとした。

#### (5) 産出ベクトルの分割

岡山県および小田原市の地域内需要、すなわち中間需要および民間消費支出・総固定資本形成の各列部門については、「次世代エネルギーシステム分析用産業連関表」の分割比率を用いて、分割を行った。また、輸出および移出の分割に際しては、地域内生産額の構成比を用いて行った。さらに、移輸入率については、行分割前の移輸入率を適用することとした。

## 2 推計結果と分析

### (1) 岡山県の再エネ部門の波及力

上記のように推計した岡山県拡張産業連関表を用いて、岡山県における再エネ部門を含む産業部門別の波及力を分析する。なお、この波及力の考え方を説明しておこう。例えば今、ある産業に消費財や投資財の最終需要が増加した場合には、これに応じた生産も増加する。関連・原材料産業へは投入係数(産業連関表の中間需要の列毎に、原材料等の投入額を当該産業の生産額で除して得た係数)を介して生産が波及して、最終的には直接生産が増加した産業だけでなく、他の産業でも生産が増加することになる。

こうした各産業への波及合計は、逆行列係数(ある産業に 1 単位の最終需要が発生した場合に、全産業の生産が最終的にどの程度必要となるかを示す係数)の列和で表わすことができ、拡張産業連関表でのこの係数をみることにより、再エネおよび省エネ部門の経済効果がわかる。下記の図 5.1 は、県外からの移輸入を考慮した部門別の逆行列係数であり、岡山県内では、素材産業の関連産業が比較的大きな波及力を有することが明らかである。

また、図 5.1 に示す赤い破線枠は、再エネ・省エネ関連産業を示すが、表 5.2 にあるように、太陽光発電(住宅設置用)施設建設(列和 1.39028)を筆頭に、各種の再エネ発電施設建設で少くない波及力を示している。発電部門では、とくに木質バイオ発電施設建設(列和 1.10978)、廃棄物焼却発電(中)(列和 1.08307)で比較的高い波及力が見込まれる。

さらに、省エネ関連産業については、建築(列和 1.30406)で再エネ施設建設と遜色ない数値が示されており、太陽電池モジュール(列和 1.18911)や、その他の対事業所サービス(列和 1.20968)では、再エネ発電部門よりも比較的高い波及力がみられる。

表 5.2 岡山県の再エネ・省エネ関連産業の波及力

| 対象部門             | 列和      | 対象部門         | 列和      |
|------------------|---------|--------------|---------|
| 太陽電池モジュール        | 1.18911 | 太陽光発電(住宅設置用) | 1.02183 |
| 建築               | 1.30406 | 太陽光発電(除別掲)   | 1.04677 |
| 太陽光発電(住宅設置用)施設建設 | 1.39028 | 風力発電・陸上      | 1.02823 |
| 太陽光発電(除別掲)施設建設   | 1.36861 | 中小水力発電       | 1.03569 |
| 風力・陸上用発電施設建設     | 1.36319 | 木質バイオ発電      | 1.10978 |
| 中小水力発電施設建設       | 1.33498 | 廃棄物焼却発電(大)   | 1.03349 |
| 木質バイオ発電施設建設      | 1.28965 | 廃棄物焼却発電(中)   | 1.08307 |
| 廃棄物焼却発電施設建設(大都市) | 1.30096 | 自動車整備・機械修理   | 1.20347 |
| 廃棄物焼却発電施設建設(中)   | 1.30023 | その他の対事業所サービス | 1.20968 |

波及力(列和)

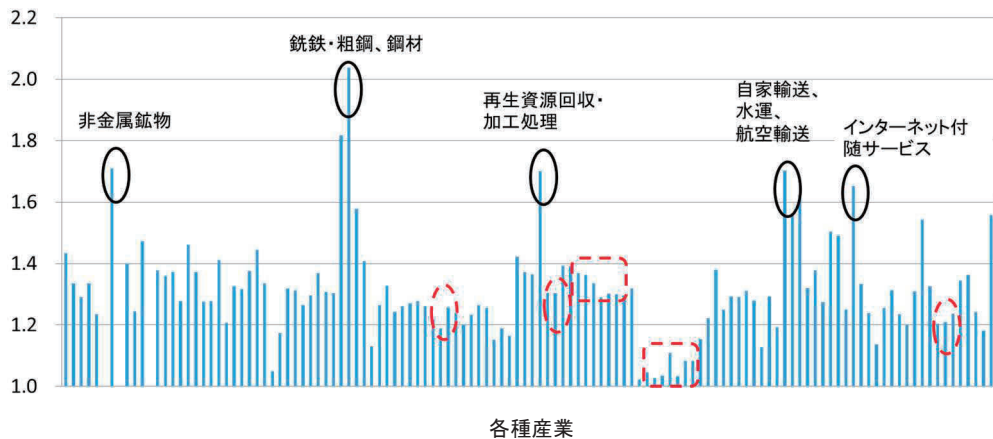


図 5.1 岡山県における産業部門別の波及力

(注) 縦軸の数値が大きいほど波及力が強いことを示す。横軸は各産業の対象部門を示す。また、実線枠は波及力が大きい産業を表し、破線枠は再エネ・省エネ関連産業を示す。

## (2) 岡山県の再エネ・省エネ部門の経済効果

上記のように、岡山県で 2030 年までに、大量生産を継続した場合と、活動量中位の場合の再エネおよび省エネルギー投資を想定しているが、これに応じて、2030 年時点での、再エネ・省エネ部門の経済効果を推計した。

推計結果について、再エネ・省エネ投資が、建築部門とその他の対事業所サービス部門で最終需要として発生した場合を想定した。この場合、合計で約 2,524 億 3,800 万円の経済効果(直接効果+第 1 次間接効果)が見込まれる。

## (3) 小田原市の再エネ部門の波及力

以上みてきたように推計した小田原市の拡張産業連関表を用いて、小田原市における再エネ部門を含む産業部門別の波及力を分析した。下記の図 5.2 は、上記と同様に市外からの移輸入を考慮した部門別の逆行列係数であり、小田原市は、非金属鉱物、無機化学工業製品、広告といった各部門で波及力が相対的に高いことがみてとれる。

また、図 5.2 でとくに着目したいのは、赤破線枠で示した再エネ関連産業の波及力であり、

表 5.3 で詳細を確認すると、送配電事業（列和 1.34245）は、市内でも有数の波及力を有する部門であることがわかる。また、太陽光発電（住宅設置用）施設建設（列和 1.22960）で、比較的高い波及力を示しており、発電部門においては、木質バイオマス発電（列和 1.23179）が最も高い波及力であることがわかる。

表 5.3 小田原市の再エネ・省エネ関連産業の波及力

| 対象部門             | 列和      | 対象部門         | 列和      |
|------------------|---------|--------------|---------|
| 建築               | 1.12826 | 太陽光発電（住宅設置用） | 1.16351 |
| 太陽光発電（住宅設置用）施設建設 | 1.22960 | 太陽光発電（除別掲）   | 1.15516 |
| 太陽光発電（除別掲）施設建設   | 1.10214 | 中小水力発電       | 1.10105 |
| 中小水力発電           | 1.12317 | 木質バイオマス発電    | 1.23179 |
| 木質バイオマス発電        | 1.09260 | 送配電事業        | 1.34245 |
| 商業               | 1.15717 | その他の対事業所サービス | 1.06761 |

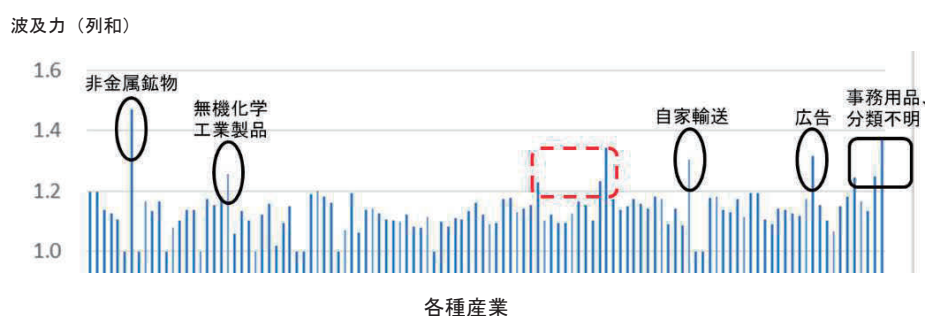


図 5.2 小田原市における産業部門別の波及力

（注）図 5.1 と同じ。

#### （4）小田原市の再エネ・省エネ部門の経済効果

前掲したように、小田原市で 2030 年までに、大量生産を継続した場合と、活動量中位の場合の再エネおよび省エネルギー投資を想定しており、これに応じて、2030 年時点での、小田原市における再エネ・省エネ部門の経済効果を推計した。推計結果について、再エネ・省エネ投資が、建築部門、商業部門、その他の対事業所サービス部門で最終需要として発生した場合を想定した。合計で約 66 億 9,500 万円（再エネ対策投資＋省エネ対策投資）の経済効果（直接効果＋第 1 次間接効果）が見込まれる。

#### 参考文献

岡山県「平成 23 年岡山県産業連関表」

国土交通省「建設統計年度報」

早稲田大学・スマート社会技術融合研究機構・次世代科学技術経済分析研究所「次世代エネルギーシステム分析用産業連関表」(<http://www.f.waseda.jp/washizu/index.html>)（2019 年 01 月 25 日最終閲覧）

## 第6章 地域脱炭素発展戦略の必要性

### 1 現行政策では脱炭素社会を展望できない

これからの環境エネルギー政策は、地球温暖化問題や原発問題などのリスクに対応しなければならないが、この間策定された政策ではこれらのリスクに対応できていない。2018年5月に閣議決定された「地球温暖化対策計画」では、パリ協定に即して2050年の温室効果ガス排出量を「80%削減」する目標が設定されたが、2030年目標が1990年比で18%削減と低く、「80%削減」の実現を保証するものではない。また、2019年6月に閣議決定された「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」（パリ協定長期戦略）では、新技術開発や原発再稼働に依拠するなど脱炭素社会への道筋が全く見通せない。

日本は、福島原発事故による甚大な被害を受け、今後もその被害が継続していく事実を直視しなければならない。「2030年40%排出削減目標」は、人類の健全な生存を維持するための最低限の目標であり、脱原発とともにこの目標を達成することは次世代に対する現世代の責務である。両政策は、持続可能性と安全性を前提とした脱炭素社会の実現という観点からも、抜本的な見直しが不可欠である。

### 2 地域カーボンバジェットを設定して脱炭素社会の構築は可能

「CASA2030モデル」の試算結果が示すように、省エネ対策とエネルギーシフトに速やかに取り組めば、脱原発と2030年のCO<sub>2</sub>排出40%削減は両立可能であり、経済への悪影響がほとんどなく、むしろ経済波及効果が期待される。「CASA対策ケース」を実現するためには莫大な投資が必要となるが、長期的に経済効果が持続する国内・地域への先行投資とみるべきものである。この試算結果を踏まえて、日本政府は「パリ協定長期戦略」の内容を大幅に見直し、あらゆる政策資源を投入して経済効果重視の施策を速やかに実施すべきである。

本報告書では、地域の温暖化対策のあり方を検討するために、地域のCO<sub>2</sub>排出削減シナリオと、地域のカーボンバジェットとの関係を検討した。岡山県は、産業部門の排出割合の高い「工業型」であり、小田原市は中規模都市で小規模主体の排出で占められる「中間型」という特徴をもつ。岡山県も小田原市も、残されたカーボンバジェットはわずかだが、両地域ともに、商業化された優良省エネ技術の普及と再エネ電力・熱の普及によって、2050年に80～90%の削減が技術的に可能であるとの結果が得られた。ただし、岡山県と小田原市は、現状のままでは2℃目標を達成することさえも厳しく、産業や地域構造、交通体系などを大きく見直した温暖化対策が不可欠である。当然のことながら、こうした対策は莫大な設備投資を必要とするが、削減される光熱費の方が投資額を上回る可能性が大きい。また、産業連関分析によると、対策事業による地域経済効果が大きく地域の雇用を増加させ、地域社会の発展に大きく寄与するだろう。

都道府県や市町村は1.5℃や2℃目標を実現できるカーボンバジェットに基づく政策目標を早急に設定し、地域社会や経済の発展を目指した「地域脱炭素発展戦略」を策定・実施していくことが求められる。また、持続可能性やリスク回避、生活の質の向上、地域社会の活性化など様々な観点が必要であり、市民が脱炭素社会の道筋を未来志向で考えていく環境意識啓発も進めていかなければならない。自治体の政策として、大口事業者への排出

量取引制度や、県内供給電力の CO<sub>2</sub> 原単位規制、地域の再エネ供給普及の制度（自治体公営、地域電力小売り会社を含む）、新築・改築建築物への断熱規制などの導入を検討していく必要がある。

## 補論 情報ツールを活用した脱炭素社会の環境意識啓発

### 1 本活動の目的

本活動は、環境意識向上を狙ったスマートフォン用 Web アプリの開発である。主として中高生の利用を念頭に環境意識向上を狙ったものである。ここでは、その Web アプリのパイロット版開発を通じて得た知見を整理する。

### 2 開発プロジェクトの概要

開発プロジェクトは中村学園大学と久留米大学の学生の合計 5 名により行われた。当初学生の関心は環境問題ではなく、プログラミングのスキルアップやアプリ開発の経験を積むことにあった。いわば、アプリ開発を通じて環境問題に接する機会を得たことになる。実は、このことが今回のアプリ開発の目的でもある環境意識啓発活動のヒントとなった。

そもそもアプリ開発は、建築に似ている。すなわち、依頼された建物を大工や左官のような技術者が具体的に作り上げていく作業である。技術者は成果物を作るための知識とスキルを持ち合わせているが、何を作るのかは依頼者によって決まる。依頼された要件を満たすために技術者は情報や不足する知識を収集し、持ち前のスキルによって成果物を完成させる。これが、建築の場合は建物であるが、アプリ開発の場合は、プログラミングスキルを利用し、利用者のユーザビリティを上げることにある。この場合、環境意識を高めるようなアプリにするためにはどのような仕掛けが必要なのかを考えることである。そのためには、開発者自身が、環境問題に関する知識に触れ、それを理解できるようにならなければならない。つまり CO<sub>2</sub> 排出量と温暖化に関する環境問題にかかわる情報収集が必要だったわけであり、このことにより開発を担当した学生達は自主的な環境問題の学習を行ったことになる。

そのため、今回の開発プロジェクトの成果は、成果物が完成したことだけではなく、副次的に開発チームの学生の環境意識が向上したことがあげられる。この開発者の気づきを、次回以降のアプリ開発に取り入れることが、中高生へ興味を持たせるアイデアにつながると期待している。

### 3 開発したパイロット版の概要

今回開発したパイロット版は 2 種類である。その一つは都道府県別に CO<sub>2</sub> 排出要因の構成比をグラフ化するアプリであり、二つ目は CO<sub>2</sub> 排出量に関する問題を択一形式で出題する e ラーニングのアプリである。

開発言語は PHP であり、スマートフォンの画面に合わせて画面設計がなされている。また、データはすべて CSV 形式とし、Excel で作成されたデータをそのままサーバにアップロードすることで、画面を作ることができる。つまり、Excel で最新データを作成しアップロードすることで、常に最新の情報を画面に表示することができる。アップローダーとセットにすることで、アプリ管理者が自由に更新可能となる。以下にアプリのパイロット版の概要を説明する。

#### 4 都道府県別 CO<sub>2</sub> 排出要因の構成比グラフ表示アプリの概要

選択画面から、結果を表示したい都道府県を選択し、ボタンをタッチすると、その地域の排出要因の構成比が計算され、円グラフ表示される。データファイルには各都道府県の具体的な排出量が記録されているが、これを百分率に直してグラフ表示する。またグラフをタッチすると、具体的な排出量が表示される。



## 5 CO<sub>2</sub>排出に関するeラーニング・アプリの概要

以下の図では省略しているが、最初に ID とパスワードを入力する認証画面がある。認証を行うことで学習履歴が記録される仕組みであり、再度問題に回答し、スコア・アップを目指すことができる。問題は 10 問 1 セットであり、回答方法は選択形式である。1 問回答する度に正誤判定がなされ、解説が表示される。以下は 10 問目の最終問題を解答後、スコアが表示されることを示している。このスコアは ID および回答日時とともに記録される。



執筆者（五十音順）

上園 昌武（島根大学 法文学部 教授）

氏川 恵次（横浜国立大学大学院 国際社会科学研究院 教授）

歌川 学（産業技術総合研究所 主任研究員）

近江 貴治（中村学園大学 流通科学部 准教授）

木下 和也（久留米大学 商学部 教授）

発行年月 2019 年 6 月

特定非営利活動法人 地球環境市民会議（CASA）

〒540-0026 大阪市中央区内本町 2-1-19-470

TEL 06-6910-6301 FAX 06-6910-6302

Email: [office@casa1988.or.jp](mailto:office@casa1988.or.jp)

URL: <https://www.casa1988.or.jp/>

この冊子は独立行政法人環境保全機構地球環境基金の助成を受けて作成しました。